



Jam Terbang Dalam Tujuh Hari, Jenis Penerbangan dan Risiko *Acute Fatigue Syndrome*

Flight Hours Within Seven Days, Flight Type and Risk of Acute Fatigue Syndrome

Nida Fakhriyyah Rahmah¹⁾, Pritha Maya Savitri²⁾ dan Agneta Irmarahayu³⁾

Universitas Pembangunan Nasional (UPN) "Veteran" Jakarta

email: nidarahmah24@gmail.com¹⁾, prithafkupn@gmail.com²⁾, dr_neta@yahoo.co.id³⁾

INFO ARTIKEL

Histori Artikel:

Diterima: 24 Februari 2018
Direvisi: 19 September 2018
Disetujui: 20 Desember 2018
Dipublikasi online: 26 Des 2018

Keywords:

acute fatigue syndrome, flight hours within 7 days, short haul, civilian pilots

Kata kunci:

acute fatigue syndrome, jam terbang dalam 7 hari, short haul, penerbang sipil

ABSTRACT / ABSTRAK

Fatigue on pilots is a serious problem in aviation safety. Flight hours and flight types may affect the occurrence of acute fatigue complaints on pilots. This study aims to determine the correlation of total flight hours within 7 days and the type of flight with the Acute Fatigue Syndrome risk on civil pilots in Indonesia. The design of this study used cross sectional method on civil pilots at Civil Aviation Medical Center in December 2017 with consecutive sampling as the sample determination technique. Data were collected by interview and questionnaire methods. Respondents were 112 civil pilots of fixed wing aircraft. The study population was all the pilots who conducted medical examination at Civil Aviation Medical Center in December 2017. The results showed that as many as 65 (58%) respondents experienced Acute Fatigue Syndrome, 110 (98.2%) respondents had flight hours ≤ 30 hours within 7 days, 76 (67.9%) respondents have short haul flight type. The result of bivariate analysis with Chi-Square test showed that there was no significant relationship between flying hours within 7 days ($p = 0,509$) and acute fatigue syndrome and there was significant relationship between flight type ($p = 0,018$) and acute fatigue syndrome.

*Fatigue pada penerbang merupakan masalah serius dalam keselamatan penerbangan. Jam terbang dan jenis penerbangan dapat mempengaruhi timbulnya keluhan kelelahan akut pada penerbang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan jumlah jam terbang dalam 7 hari dan jenis penerbangan dengan risiko *Acute Fatigue Syndrome* pada penerbang sipil di Indonesia. Desain penelitian ini menggunakan metode *cross sectional* pada penerbang sipil di Balai Kesehatan Penerbangan bulan Desember 2017 dengan teknik penentuan sample yang digunakan adalah *consecutive sampling*. Data dikumpulkan dengan metode wawancara dan pengisian kuesioner. Responden sejumlah 112 penerbang pesawat sayap tetap. Populasi penelitian adalah semua penerbang yang melakukan *medical examination* di Balai Kesehatan Penerbangan pada bulan Desember 2017. Hasil penelitian menunjukkan sebanyak 65 responden atau 58% mengalami *Acute Fatigue Syndrome*, 110 responden atau 98,2% memiliki jam terbang ≤ 30 jam dalam 7 hari, 76 responden atau 67,9% melakukan penerbangan jenis *Short Haul*. Hasil analisis bivariat dengan uji *Chi-Square* didapatkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna / signifikan antara jam terbang dalam 7 hari ($p = 0,509$) dengan acute fatigue syndrome serta terdapat hubungan yang bermakna / signifikan antara jenis penerbangan ($p = 0,018$) dengan acute fatigue syndrome.*

PENDAHULUAN

Fatigue pada penerbang merupakan masalah serius dalam keselamatan penerbangan karena menimbulkan gangguan kewaspadaan dan kinerja. Kelelahan pada penerbang didefinisikan sebagai keadaan non-patologis yang mengakibatkan penurunan kemampuan untuk mempertahankan fungsi atau beban kerja karena tekanan mental atau fisik (Strauss, 2013). Data yang dikumpulkan dari 162 penerbang jarak pendek didapatkan 75% mengalami kelelahan berat (Jackson, 2006).

Kecelakaan penerbangan adalah kejadian yang terkait dengan pengoperasian pesawat terbang, dalam kasus pesawat terbang berawak terjadi antara saat seseorang mulai menerbangkan pesawat sampai tujuan penerbangan telah dicapai, sedangkan dalam kasus pesawat tak berawak terjadi antara waktu pesawat siap bergerak sampai saat berakhirnya penerbangan dan mesin dimatikan (ICAO, 2015). Berdasarkan data investigasi kecelakaan penerbangan yang dilakukan oleh Komite Nasional Keselamatan Transportasi yang dilakukan pada tahun 2010 sampai 2016, terjadi peningkatan pada 3 tahun terakhir yaitu 2014 sampai 2016 dengan total peningkatan 4 kejadian kecelakaan tiap tahunnya. Faktor penyebab kecelakaan penerbangan terbanyak adalah faktor manusia sebesar 67,12% (KNKT, 2016).

Pada akhir tahun 70-an muncul jenis penerbangan *low-cost carrier* maupun *full service airlines* yang meningkatkan persaingan di industri penerbangan dengan mengurangi tarif. Adanya kombinasi dari penurunan tarif dan peningkatan minat penumpang dalam 10 tahun terakhir telah menciptakan penekanan pada efisiensi dan produktivitas *crewmember* (Heppenheimer, 2009). Kelelahan pada penerbang dan awak kabin telah menjadi perhatian dalam dunia penerbangan. Studi ilmiah menunjukkan bahwa kelelahan bisa membahayakan keselamatan transportasi udara (ECA, 2012). Penelitian yang telah dilakukan pada penerbang Portugise Airlines melaporkan

bahwa *high level of fatigue* terjadi pada penerbang dengan jenis penerbangan pendek-sedang (*Short-Medium Haul Flight*) (Reis, 2013).

Survey yang dilakukan oleh Asosiasi Anggota Cockpit Eropa pada tahun 2010-2012 mengungkapkan bahwa lebih dari 6.000 penerbang Eropa mengkonfirmasi bahwa kelelahan pada penerbang bisa terjadi. Lebih dari 50% penerbang yang disurvei mengalami kelelahan mengeluhkan terganggunya kegiatan dalam melakukan penerbangan yang baik, 4 sampai 5 penerbang harus mengatasi kelelahan saat berada di kokpit. Banyaknya penerbang yang mengalami *micro-sleep* atau tertidur tanpa sengaja di kokpit yaitu di Inggris (43%), Denmark (50%), Norwegia (53%), dan Swedia (54%). Dari 5 pilot di Swedia, Norwegia dan Denmark, lebih dari 3 penerbang mengaku telah membuat kesalahan karena kelelahan, dengan persentase di Swedia (71%), Norwegia (79%) dan Denmark (80-90%), sementara di Jerman berjumlah 4 dari 5 penerbang (ECA, 2012).

Berbagai hal dalam penerbangan dapat mempengaruhi timbulnya *fatigue*, seperti jenis penerbangan, jam kerja yang tak terduga, beban kerja yang tinggi atau panjangnya jarak tempuh (Reis, 2016). *Shift work* dan lamanya waktu terbang juga dapat mempengaruhi *circadian rhythms*, terganggunya tidur dan berujung pada timbulnya *fatigue* pada penerbang (Tvaryanas, 2009).

Di Indonesia sebagian besar penerbang yaitu sekitar 57,9% mengalami tingkat kelelahan sedang (Sungkawaningtyas, 2007). Batasan jam terbang pada penerbang pesawat di Indonesia sendiri telah diawasi oleh Kementerian Perhubungan melalui Peraturan keselamatan Penerbangan Sipil bagian 121 yang bertujuan untuk menjaga agar tidak terjadi kelelahan yang dapat menyebabkan keselamatan penerbangan terganggu, yaitu batasan untuk penerbangan dengan 2 penerbang adalah 30 jam terbang dalam 7 hari berturut-turut, sedangkan batasan untuk penerbangan dengan 1 penerbang atau lebih dengan 1 tambahan penerbang adalah 120

jam terbang dalam 30 hari berturut-turut (CASR, 2015).

TINJAUAN PUSTAKA

Fatigue

Menurut *International Civil Aviation Organization* (ICAO) dikatakan bahwa *fatigue* merupakan suatu keadaan fisiologis dari kemampuan mental atau fisik yang menurun karena berkurangnya waktu tidur, siklus sirkadian yang terganggu, atau beban kerja (aktifitas fisik atau mental) yang dapat mengganggu kewaspadaan dan kemampuan *crewmember* untuk mengoperasikan pesawat dengan aman (ICAO, 2012).

Civil Aviation Safety Authority of Australian Government mendefinisikan kelelahan sebagai keadaan kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja, yang berbeda-beda pada setiap individu. Kelelahan dapat dikatakan kehilangan kesiapsiagaan. (CASA, 2013). Kelelahan adalah berkurangnya kemampuan fisik dan mental sebagai akibat dari penggunaan berlebih pada fisik, mental atau emosional, yang juga dapat mengurangi hampir seluruh kemampuan fisik termasuk kekuatan, kecepatan, kecepatan reaksi, koordinasi dan pengambilan keputusan atau keseimbangan (Jin Ma, 2014). Kelelahan merupakan suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat (Alwin van Drongelen, 2013).

Klasifikasi Fatigue

Menurut Paul Novacek kelelahan diklasifikasikan berdasarkan etiologinya yaitu kelelahan akut dan kronis. Kelelahan akut diakibatkan oleh beban kerja mental yang berat atau aktivitas fisik, tugas yang membutuhkan perhatian penuh untuk jangka waktu lama juga menyebabkan kelelahan akut. Kelelahan akut akan menurunkan perhatian, koordinasi, konsentrasi dan proses pengambilan keputusan secara keseluruhan. Sedangkan kelelahan kronis diakibatkan oleh kurangnya waktu tidur, stres dan *jetlag* yang terakumulasi dalam jangka waktu yang panjang. Jenis kelelahan ini hanya bisa di

perbaiki dengan perubahan gaya hidup untuk mendapatkan tidur yang lebih berkualitas (Novacek, 2003).

Manifestasi fatigue

Gejala kelelahan pada penerbang menurut *Federal Aviation Administration* ditandai dengan adanya penurunan tingkat perhatian dan kewaspadaan, terlambatnya waktu respon diri, adanya pengambilan keputusan yang buruk, menurunnya " *situational awareness* ", adanya motivasi yang rendah untuk melakukan kegiatan dan cenderung fokus pada satu hal dengan mengorbankan hal yang lainnya (FAA, 2009).

Berdasarkan *Civil Aviation Safety Authority* tahun 2012 tanda terjadinya kelelahan dibagi menjadi tiga kategori: fisik, mental dan emosional.

1. *Physical symptoms*
 - a. *Yawning*
 - b. *Slowed blinking*
 - c. *Headache*
 - d. *Eye-rubbing*
 - e. *Head drops*
 - f. *Micro sleep*
2. *Mental symptoms*
 - a. *Difficulty concentrating on task*
 - b. *Lapses in attention*
 - c. *Difficulty remembering what are you doing*
 - d. *Failure to communicate important information*
 - e. *Failure to anticipate event or action*
 - f. *Unintentionally doing the wrong thing*
 - g. *Unintentionally falling to do the right thing*
3. *Emotional symptoms*
 - a. *More quiet or withdrawn than normal*
 - b. *Lacking in energy*
 - c. *Lacking in motivation to do the task well*
 - d. *Irritabel or bad-tempered behavior with colleagues, family, or friends*

Mekanisme fatigue

Struktur susunan syaraf pusat yang berperan penting dalam mengontrol fungsi secara luas dan konsisten adalah *reticular formation* atau badan retikular merupakan

sistem penggerak pada medulla yang berfungsi meningkatkan dan mengurangi sensitifitas *cortex cerebri*. *Cortex Cerebri* berfungsi sebagai pusat kesadaran meliputi persepsi, perasaan subjektif, reflex dan kemauan (Tortora, 2012). Kelelahan adalah konsep multidimensi yang mencakup aspek fisiologis dan psikologis (M.J. Zwarts 2008). Keadaan dan perasaan lelah merupakan reaksi fungsional dari pusat kesadaran *reticular formation* yang menjadi sistem penggerak bagi *cortex cerebri*, *cortex cerebri* dipengaruhi oleh sistem penghambat atau inhibisi dan sistem penggerak atau aktivasi yang saling bergantian, kelelahan dapat timbul saat adanya perubahan pola aktivasi-inhibisi pada *cortex cerebri* oleh *reticular formation* (Tartaglia, 2008).

Keadaan fisiologis seseorang sangat bergantung pada sistem inhibisi-aktivasi tersebut (Hall, 2011). Apabila sistem inhibisi lebih kuat maka seseorang akan berada pada kelelahan. Sebaliknya, apabila sistem aktivasi lebih kuat maka seseorang akan dalam keadaan segar untuk melakukan aktivitas (Vucic, 2010). Kedua sistem harus seimbang antara inhibisi dan aktivasi agar tubuh bisa mempertahankan fungsi fisiologisnya (Hall, 2011).

Faktor yang mempengaruhi kelelahan

1. Faktor Penerbangan
 - a. Durasi menerbangkan pesawat
 - b. Jenis Penerbangan
 - c. Jenis Pesawat
2. Faktor non-penerbangan
 - a. Kualitas dan kuantitas tidur
 - b. Kebiasaan merokok
 - c. Konsumsi Alkohol
 - d. Konsumsi Kafein
 - e. Kebiasaan Olahraga
 - f. Usia
 - g. Jenis kelamin
 - h. Riwayat penyakit

Regulasi Penerbangan

Duty Period atau Flight Duty Time

Duty Period atau *Flight Duty Time* atau jam kerja adalah kurun waktu kru pesawat dari mulai memberikan laporan untuk dinas

terbang sampai dengan pesawat berhenti dan semua mesin dimatikan. Jika pesawat mengalami keterlambatan karena berbagai hal maka jumlah akumulasi jam kerja tetap diperhitungkan sampai kedatangan terakhir pada jadwal penerbangan hari itu (ditambah dengan banyaknya waktu tunggu keterlambatan). Batasan waktu untuk *Flight Duty Time* telah diatur dalam CASR no.121 yaitu selama 14 jam dalam jangka waktu 24 jam (CASR 2015).

Flight Time

Flight Time atau Jam Terbang adalah kurun waktu pesawat mulai bergerak dengan kekuatan mesin sendiri sampai dengan berhenti dan seluruh mesin dimatikan dalam suatu penerbangan.

Flight Time Limitations and Rest Requirements: Two Pilot Crews

Maskapai penerbangan dapat menjadwalkan seorang penerbang untuk terbang dalam pesawat yang memiliki kru yang terdiri dari 2 penerbang selama 9 jam atau kurang dari 9 jam selama 24 jam berturut-turut tanpa *rest periode* dalam 9 jam tersebut. Maskapai tidak diperbolehkan menjadwalkan *crewmember* atau *crewmember* tidak diperbolehkan menerima tugas untuk terbang apabila *total flight time crewmember* melebihi:

1. 1050 jam dalam 12 bulan kalender
2. 110 jam dalam 1 bulan kalender
3. 30 jam dalam 7 hari berturut-turut

Maskapai tidak diperbolehkan menjadwalkan *crewmember* atau *crewmember* tidak diperbolehkan menerima tugas selama 24 jam berturut-turut tanpa 9 jam istirahat berturut-turut untuk kembali bekerja atau kurang dalam satu jadwal penerbangan.

Flight Time Limitations and Rest Requirements: Two Pilot Crews and One Additional Flight Crewmember

Maskapai penerbangan tidak dapat menjadwalkan seorang penerbang untuk terbang dalam pesawat yang memiliki kru yang terdiri dari 2 penerbang dan satu

crewmembers tambahan dengan total jam terbang lebih dari 12 jam selama 24 jam

Jika seorang penerbang menerbangkan pesawat dengan 20 jam atau lebih selama 48 jam berturut-turut atau 24 jam atau lebih selama 72 jam berturut-turut, dia harus diberikan minimal 18 jam istirahat sebelum ditugaskan dalam penerbangan berikutnya atau minimal 24 jam istirahat berturut-turut selama tujuh hari berturut-turut.

Penerbang tidak diperbolehkan terbang sebagai *crewmembers* pesawat lebih dari:

1. 120 jam dalam 30 hari berturut-turut
2. 300 jam dalam 90 hari berturut-turut
3. 1050 jam dalam 12 bulan kalender

Flight Time limitations: Three or more Pilots and an Additional Flight Crewmember

Setiap maskapai penerbangan harus menjadwalkan jam terbangnya untuk memberikan waktu istirahat yang cukup. Maskapai juga harus menyediakan tempat tidur yang memadai di pesawat terbang setiap kali penerbang dijadwalkan terbang lebih dari 12 jam selama 24 hari berturut-turut.

Setiap penerbangan udara memberikan masing-masing penerbang yang setidaknya melakukan periode istirahat dua kali jumlah jam dia terbang sejak periode istirahat terakhir di *homebase*.

Penerbang tidak diperbolehkan terbang sebagai *crew member* pesawat lebih dari:

1. 120 jam selama 30 hari berturut-turut;
2. 350 jam selama 90 hari berturut-turut; atau
3. 1.050 jam selama 12 bulan kalender.

Jika separuh waktu penerbangan dari *crewmembers* selama 90 hari berturut-turut adalah sebagai bagian dari kru yang terdiri dari dua penerbang dan satu awak tambahan maka awak kapal tersebut dibatasi 300 jam dalam 90 hari berturut-turut (CASR, 2015).

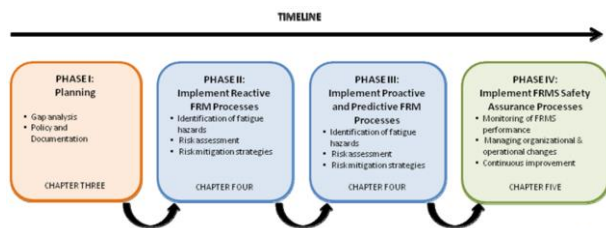
Fatigue Risk Management System

Pada bulan November 2011, *International Civil Aviation Organization* (ICAO) mengeluarkan amandemen terhadap Annex 6 *Operation of Aircraft, Part 1, Section 4 Flight*

Operations dan *Appendix 8 Fatigue Risk Management System*. Amandemen tersebut memperkenalkan pendekatan berbasis sains terhadap *Flight Time Limitation* (FTL) dan menyediakan kerangka kerja bagi regulator untuk memfasilitasi peraturan untuk mengawasi FRMS. Sebelum amandemen ini, satu-satunya standar internasional yang tersedia untuk mengelola kelelahan dalam operasi penerbangan adalah dengan mengandalkan preskriptif FTL. *Fatigue Risk Management System* (FRMS) adalah perangkat tambahan untuk mengatur FTL, yang memungkinkan operator menyesuaikan FTL untuk mengelola risiko kelelahan dengan lebih baik pada pengoperasian pesawat. Menurut riset ilmiah yang dilakukan *International Civil Aviation Organization* (ICAO), *International Air Transport Association* (IATA) dan *The International Federation of Air Line Pilots Associations* (IFALPA) telah mengeluarkan panduan pelaksanaan FRMS untuk regulator, operator dan *crewmembers* yang memberikan informasi rinci mengenai penerapan FRMS. Semua Negara saat ini diharuskan memiliki peraturan preskriptif untuk manajemen kelelahan (IATA, ICAO, IFALPA, 2011).

ICAO mendefinisikan FRMS sebagai sarana berbasis data yang dapat memantau dan mengelola risiko keselamatan terkait kelelahan yang berdasarkan pada prinsip ilmiah dan pengetahuan serta pengalaman operasional yang bertujuan untuk memastikan personel berada pada tingkat kewaspadaan yang memadai. FRMS dilakukan guna mencapai keseimbangan antara keamanan, produktivitas dan biaya yang realistis (ICAO, 2012).

Panduan Implementasi FRMS merupakan hasil upaya gabungan ICAO, IATA & IFALPA, yang mewakili ketiga pihak dalam FRMS; regulator, operator dan crewmember. Kepercayaan antar semua pihak sangat penting untuk menjamin keberhasilan FRMS. Fitur utama FRMS adalah tanggung jawab untuk mengelola risiko kelelahan dibagi antara operator dan crewmember secara individu. Misalnya, operator bertanggung jawab untuk menyediakan waktu istirahat sementara crewmember memiliki tanggung jawab untuk menggunakan waktu istirahat secara efektif. FRMS bergantung pada konsep "effective reporting culture" dengan keterlibatan aktif semua pemangku kepentingan dimana para personel didorong untuk melaporkan bahaya yang didapatkan di lingkungan operasional untuk pencapaian tingkat keselamatan yang optimal dan perbaikan program yang berkelanjutan. (IATA, 2013).



Gambar 1. Summarises a staged approach to FRMS implementation

Proses pelaksanaan menyeluruh terhadap *Fatigue Risk Management System* sangat penting untuk dilakukan karena berperan dalam menjamin keselamatan penerbangan. Adapun proses yang digunakan adalah sebagai berikut: Pertama, masalah-masalah yang dirasakan di lapangan dapat menjadi temuan baru yang dapat digali lebih baik lagi dengan dilakukannya proses analisis dan dokumentasi. Kedua, dilakukan identifikasi hazard dari fatigue yang didapatkan di lapangan, melakukan assesment terhadap fatigue dan menyusun strategi mitigasi terhadap beberapa faktor risiko. Ketiga, memprediksi bahaya yang akan timbul dari fatigue dan tetap melakukan perancangan mitigasi dan assesment terhadap fatigue. Hasil yang diperoleh dapat dipakai untuk

membuat kebijakan/peraturan yang dapat meminimalkan kesalahan atau kelalaian penerbang. Hasil dari proses tersebut seluruhnya akan menjadi hasil nyata pengkoordinasian *Fatigue Risk Management System* secara menyeluruh.

1. Regulator

Fatigue Risk Management System memberikan kerangka kerja bagi regulator sehingga regulator dapat memfasilitasi peraturan dan juga melakukan pengawasan. Dalam peraturan penerbangan tidak ada cara atau metoda tertulis untuk menerapkan FRMS baik dokumentasi ataupun prosedur baku, yang ada hanyalah point atau bagian yang harus ada dalam sebuah *Fatigue Risk Management System*.

2. Operator

Tugas bagi operator yang dalam hal ini adalah pihak maskapai ataupun perusahaan penyedia layanan transportasi udara untuk mengelola *flight time limitation* (FTL) yang disesuaikan dengan FRMS sehingga dapat mengatasi risiko kelelahan dengan lebih baik pada pengoperasian pesawat.

3. Crewmember

Bagi crewmember risiko kelelahan dapat diatasi apabila masing-masing individu melakukan tanggung jawab dengan baik, mentaati peraturan *flight time limitation* yang telah ditetapkan oleh regulator dan operator serta menggunakan waktu *day off* atau *rest periode* secara efektif

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan desain studi kuantitatif dengan pendekatan potong lintang, yaitu suatu desain studi yang bertujuan untuk meneliti hubungan antara variabel dependen dan variabel independen dalam satu waktu. Hasil penelitian ini akan disajikan dalam bentuk deskriptif untuk mengetahui hubungan jumlah jam terbang dalam 7 hari dan jenis penerbangan dengan faktor risiko *Acute Fatigue Syndrome* dengan melakukan penilaian kuesioner pada waktu yang sama.

Metode Pengumpulan Data

Teknik penentuan sample yang digunakan adalah *consecutive sampling* yaitu pemilihan sampel yang dilakukan dengan memilih semua responden yang ditemui dan memenuhi kriteria pemilihan sampai jumlah sampel yang diinginkan terpenuhi.

Sampel penelitian diambil dari seluruh penerbang pesawat komersial yang melakukan *medical examination* di Balai Kesehatan Penerbangan Kementerian Perhubungan Direktorat Jendral Penerbangan Udara yang memenuhi kriteria inklusi yaitu seorang Penerbang pria yang melakukan pemeriksaan kesehatan berkala setiap 1 tahun sekali di Balai Kesehatan Penerbangan, penerbang berusia <56 tahun, konsumsi kopi/kafein <3 cangkir dalam satu hari, bersedia menjadi subyek penelitian dan dinyatakan dengan persetujuan tertulis dari penerbang yang bersangkutan. Sedangkan subjek yang dieksklusikan pada penelitian ini adalah seorang penerbang pesawat sayap putar, mengkonsumsi alkohol, merupakan perokok sedang dan berat menurut indeks *Brinkman* dan Penerbang dengan *rest periode* kurang dari 9 jam sebelum jadwal terbang berikutnya.

Kebutuhan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh dari sumber pertama, dikumpulkan melalui pengisian kuesioner *Fatigue Severity Scale*, kuesioner data responden yang bersisi data demografi dan wawancara terkait dengan faktor-faktor kelelahan

Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan desain studi kuantitatif untuk mengetahui hubungan jumlah jam terbang dalam 7 hari dengan risiko *Acute Fatigue Syndrome* pada penerbang sipil di Indonesia.

Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis univariat dan analisis bivariat. Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik masing-

masing variabel yang diteliti, baik variabel terikat maupun variabel bebas.

Analisis bivariat digunakan untuk melihat hubungan antara variabel independen yaitu jumlah jam terbang total dan jenis penerbangan dengan variabel dependen yaitu kejadian *Acute Fatigue Syndrome*. Analisis bivariat menggunakan uji statistik *Chi-Square* dengan variabel independen berupa data ordinal dan variabel dependen berupa data ordinal yang berbentuk tabel 2 x k. Uji *Chi-Square* adalah uji yang digunakan semua hipotesis untuk variabel kategorik tidak berpasangan dengan syarat sel yang memiliki *expected count* kurang dari 5 dan maksimal 20% dari jumlah sel, bila tidak memenuhi syarat uji *Chi-Square* maka akan dilakukan uji *Fisher*. Tingkat kemaknaan (α) 0.05, dengan ketentuan bila nilai $p < 0,05$ maka hubungan antara variabel dikatakan bermakna

Formula Matematika

Tabel 1. *Relationship between job characteristic with the risk of fatigue*

	Kelelahan		Total	
	Lelah (+)	Tidak Lelah (-)		
Flight hours in 7 days	≤ 30 hours	248	227	475
	>30 hours	22	45	67
Total	270	272	542	

Sumber: Febi Arya, 2017

$$P1 = A / (A + B) = 248 / 475 = 0,52$$

$$P2 = C / (C + D) = 22 / 67 = 0,32$$

Penghitungan besar sampel pada penelitian ini menggunakan acuan nilai p yang didapatkan dari penelitian Febi Arya tahun 2011 yang dapat dilihat dari table 1 dan metode yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel adalah dengan menggunakan rumus Lemeshow beda proporsi sebagai berikut

$$N = \frac{[Z_{1-\alpha}\sqrt{2P(1-P)} + Z_{1-\beta}\sqrt{P_1(1-P_1) + P_2(1-P_2)}]^2}{(P_1 - P_2)^2}$$

- N = Jumlah sampel minimal
 $Z_{1-\alpha/2}$ = Derajat kemaknaan 5%
 $Z_{1-\beta}$ = Kekuatan Uji pada $\beta = 80\%$
 $P = (P_1 + P_2)/2$
 P_1 = Proporsi jumlah jam terbang dan jenis penerbangan dengan kelelahan
 P_2 = Proporsi jumlah jam terbang dan jenis penerbangan dengan tidak lelah

Berdasarkan perhitungan rumus diatas, maka jumlah sampel yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebesar 95 orang penerbang. Ditambahkan 10% untuk kemungkinan *drop out* menjadi 105 orang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Kesehatan Penerbangan pada bulan Desember 2017 dan pada waktu tersebut telah didapatkan sampel sejumlah 120 orang dengan 8 orang responden gugur atau data dari responden tidak dapat digunakan, jumlah responden akhir yang didapatkan adalah 112 responden ini sesuai dengan perhitungan besar sampel minimal yang telah dilakukan. Sampel yang dipilih telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Selanjutnya data akan dianalisis secara univariat dan bivariat.

Distribusi Karakteristik Responden

Karakteristik sampel penelitian meliputi usia, kebiasaan merokok, konsumsi kopi/kafein, masa kerja, tipe *license*, *type rating* dan maskapai. Distribusi penerbang menurut karakteristik tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Responden Berdasarkan Karakteristik Dan *Acute Fatigue Syndrome* Pada Penerbang Sipil Di Indonesia

Karakteristik	Acute Fatigue Syndrome				Total	
	Non-Fatigue		Fatigue		N	%
	N	%	N	%		
Usia						
17-25 Tahun	19	55,9	15	44,1	34	30,4
26-35 Tahun	10	33,3	20	66,7	30	26,8
36-45 Tahun	11	39,3	17	60,7	28	25,0
46-55 Tahun	7	35	13	65	20	17,9

Kebiasaan Merokok						
Tidak	34	41	49	59	83	74,1
Ya	13	44,8	16	55,2	29	25,9
Konsumsi Kopi/Kafein						
Tidak	30	43,5	39	56,5	69	61,6
Ya	17	39,5	26	60,5	43	38,4
Masa Kerja						
Lama (>5tahun)	19	35,8	34	64,2	53	47,3
Baru (\leq 5tahun)	28	47,5	31	52,5	59	52,7
Tipe License						
ATPL	18	40	27	60	45	40,2
CPL	29	43,3	38	56,7	67	59,8
Type Rating						
Airbus 320	10	41,7	14	58,3	24	21,4
Airbus 330	5	62,5	3	37,5	8	7,1
Airbus 350	1	100	0	0	1	0,9
ATR 42	0	0	2	100	2	1,8
ATR 70	0	0	2	100	2	1,8
ATR 72	5	41,7	7	58,3	12	10,7
Boeing 737	18	39,1	28	60,9	46	41,1
Boeing 738	0	0	1	100	1	0,9
Boeing 777	0	0	2	100	2	1,8
Cessna 172	2	66,7	1	33,3	3	2,7
CN 235	0	0	1	100	1	0,9
CRJ - 1000	1	33,3	2	66,7	3	2,7
DHCG TWIN OTHER	0	0	1	100	1	0,9
King Air	0	0	1	100	1	0,9
Piper Warrior III	5	100	0	0	5	4,5

Kriteria usia menurut Departemen Kesehatan pada tahun 2009 terbagi menjadi masa remaja akhir: 17-25 tahun, masa dewasa awal: 26-35 tahun, masa dewasa akhir: 36-45 tahun dan masa lansia awal: 46-55 tahun, sebagian besar responden termasuk dalam kriteria remaja akhir dengan rentang usia 17-25 tahun yaitu sebanyak 34 orang (30,4%). Responden yang memiliki kebiasaan merokok sebanyak 25,9%, penerbang dengan kebiasaan merokok yang menjadi responden

pada penelitian ini telah memenuhi kriteria inklusi yaitu termasuk kedalam karakteristik perokok ringan menurut indeks *Brinkman*. Responden yang memiliki kebiasaan konsumsi kopi/kafein sebanyak 38,4%, penerbang dengan kebiasaan konsumsi kopi/kafein yang menjadi responden telah memenuhi kriteria inklusi yaitu jumlah konsumsi kopi/kafein dalam satu hari kurang dari 3 cangkir sesuai dengan pedoman gizi seimbang yang dikeluarkan Kementerian Kesehatan pada tahun 2014. Kriteria masa kerja menurut Kementerian Ketenagakerjaan digolongkan menjadi Masa kerja lama yaitu > 5 tahun dan masa kerja baru ≤5 tahun, diketahui bahwa kebanyakan responden memiliki masa kerja yang baru yaitu sebanyak 59 orang (52,7%). Tipe *License* yang dimiliki kebanyakan responden adalah tipe *license* CPL sebanyak 67 orang (59,8%) dibandingkan dengan ATPL sebanyak 45 orang (40,2) dan *type rating* responden terbanyak ditempati oleh boeing 737 (41,1%).

Hasil Analisis Univariat

1. Gambaran *Acute Fatigue Syndrome* Pada Penerbang Sipil di Indonesia

Kejadian *Acute Fatigue Syndrome* dibagi menjadi 2 kategori berdasarkan jumlah Skor dari kuesioner *Fatigue Severity Scale* yaitu, *fatigue* ≥36 dan *non-fatigue* < 36.

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa responden yang memiliki *Acute Fatigue Syndrome* sebanyak 58%. Responden yang memiliki *Acute Fatigue Syndrome* lebih banyak dibandingkan dengan yang tidak memiliki *Acute Fatigue Syndrome*.

Tabel 3. Gambaran *Acute Fatigue Syndrome* Pada Penerbang Sipil di Indonesia

Kejadian <i>Acute Fatigue Syndrome</i>	Jumlah	Presentase
<i>Fatigue</i>	65	58
<i>Non- Fatigue</i>	47	42
Jumlah	112	100

Sumber: Data Primer 2017

Dari sampel penelitian yang berjumlah 112 orang penerbang menunjukkan bahwa

sebagian penerbang mengalami *Acute Fatigue Syndrome* ditinjau dari *Fatigue Severity Scale* yang ≥36 yaitu sebanyak 65 penerbang (58%) dan penerbang yang tidak mengalami *Acute Fatigue Syndrome* sebanyak 47 penerbang (42%) dengan hasil *Fatigue Severity Scale* <36. Hal ini sejalan dengan berbagai jurnal yang mengatakan angka kelelahan pada penerbangan masih tinggi. Menurut penelitian yang dilakukan Jackson pada tahun 2006 didapatkan 75% dari 162 penerbang mengalami kelelahan berat (Jackson,2006), data ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan selama 2 tahun oleh *European Cockpit Association* pada tahun 2010 sampai 2012 yang dilakukan pada lebih dari 6000 orang penerbang mengkonfirmasi bahwa kelelahan pada penerbang bisa terjadi (ECA, 2012).

2. Gambaran Jam Terbang Pada Penerbang Sipil di Indonesia

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa responden yang memiliki jam terbang ≤ 30Jam/minggu sebanyak 98% Responden yang memiliki jam terbang ≤ 30Jam/minggu lebih banyak dibandingkan dengan yang memiliki jam terbang > 30Jam/minggu.

Tabel 4. Gambaran Jam Terbang Pada Penerbang Sipil di Indonesia

Jam Terbang dalam 7 hari	Jumlah	Presentase
≤ 30Jam/minggu	110	98,2
>30Jam/minggu	2	1,8
Jumlah	112	100

Sumber: Data Primer 2017

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki jam terbang ≤ 30 jam / minggu yaitu sebanyak 110 penerbang (98,2%) sedangkan penerbang dengan jam terbang > 30 jam / minggu hanya 2 penerbang (1,8%) hal ini menunjukkan bahwa para penerbang sebagian besar telah mengikuti anjuran rekomendasi yang telah dikeluarkan oleh Direktorat Jendral Perhubungan Udara pada *Civil Aviation Safety Regulations* (CASR) bagian 121 sub bagian

121.481 yang mengatur mengenai jumlah jam terbang yang diperbolehkan dalam suatu penerbangan dengan dua orang penerbang yaitu sebanyak 30 jam dalam 7 hari berturut-turut.

3. Gambaran Jenis Penerbangan Pada Penerbang Sipil di Indonesia

Jenis penerbangan dibagi menjadi 3 kategori menurut *Civil Aviation Safety Regulations* (CASR) pada tahun 2015 yaitu, *short haul* dengan *travel time* kurang dari 3 jam, *medium haul* dengan *travel time* 3 sampai 6 jam dan *long haul* dengan *travel time* lebih dari 6 jam. Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa 76 penerbang memiliki jenis penerbangan *short haul* (68%).

Tabel 5. Gambaran Jenis Penerbangan Pada Penerbang Sipil di Indonesia

Jenis Penerbangan	Jumlah	Presentase
<i>Long Haul</i>	12	10,7
<i>Medium Haul</i>	24	21,4
<i>Short Haul</i>	76	67,9
Jumlah	112	100

Sumber: Data Primer 2017

Dari hasil penelitian ini didapatkan responden dengan jenis penerbangan *short haul* yang merupakan penerbangan dengan *travel time* kurang dari 3 jam menempati persentase tertinggi hal ini ditunjukkan pada tabel 5. Penerbangan dengan jenis penerbangan *short haul* dimiliki oleh 76 penerbang (67,9%), *medium haul* dengan rentang *travel time* 3 sampai 6 jam dimiliki oleh 24 penerbang (21,4%), dan jenis penerbangan *long haul* dengan *travel time* lebih dari 6 jam dimiliki oleh 12 penerbang (10,7%). Hal ini berkaitan dengan tingginya lalu lintas angkutan udara penerbangan domestik dibandingkan dengan lalu lintas angkutan udara penerbangan internasional dilihat dari banyaknya jumlah kedatangan dan keberangkatan di seluruh bandara di Indonesia yang tercatat di data statistik lalu lintas transportasi udara Direktorat Jenderal Perhubungan Udara (Direktorat Jenderal Perhubungan Udara,

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia 2018).

Hasil Analisis Bivariat

1. Hubungan Jam Terbang Dalam 7 Hari Dengan Kejadian *Acute Fatigue Syndrome*.

Tabel 6. Hubungan Jam terbang Dalam 7 Hari dengan Kejadian *Acute Fatigue Syndrome* Pada Penerbang Sipil di Indonesia.

Jam Terbang Dalam 7 Hari	Kejadian <i>Acute Fatigue Syndrome</i>				Total		Pvalue
	Non Fatigue		Fatigue		N	%	
	N	%	N	%			
≤30Jam/minggu	47	42,7	63	57,3	110	100	0,509
>30Jam/minggu	0	0	2	100	2	100	
Jumlah	47	42,7	65	58	112	100	

Sumber: Data Primer 2017

Tabel 6 menunjukkan bahwa responden yang memiliki kejadian *Acute Fatigue Syndrome* lebih banyak pada responden yang memiliki jam terbang ≤ 30Jam/minggu dibandingkan dengan yang memiliki jam terbang >30jam/minggu. Berdasarkan hasil uji *chi square* diketahui bawa nilai *p value* lebih besar dari $\alpha = 5\%$ yaitu 0,509. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan pada $\alpha = 5\%$ antara kejadian *Acute Fatigue Syndrome* dengan jam terbang dalam 7 hari pada penerbang sipil di Indonesia. Hal ini tidak sesuai dengan apa yang telah dikemukakan oleh Cátia Reis pada tahun 2016 yang mengatakan bahwa *Fatigue* dapat ditimbulkan oleh berbagai faktor dalam penerbangan seperti jenis penerbangan, lama waktu terbang, jam kerja yang tak terduga, beban kerja yang tinggi atau oleh panjangnya jarak tempuh (Reis, 2016), hal serupa juga disampaikan pada penelitian sebelumnya pada tahun 2009 yang dilakukan oleh Anthony *et.al* bahwa *shift work* dan lamanya waktu terbang juga dapat mempengaruhi *circadian rhythms*, terganggunya tidur dan berujung pada timbulnya *fatigue* pada penerbang (Tvaryanas, 2009).

Menurut Alwin lamanya durasi yang digunakan untuk menerbangkan pesawat juga akan berujung pada kelelahan penerbang (Alwin van Drongelen, 2013). *Federal Aviation Administration* mengungkapkan bahwa faktor utama penyebab *fatigue* pada penerbang adalah lamanya waktu terjaga, berkurangnya waktu tidur, akumulasi kekurangan jam tidur, beban kerja yang tinggi dan lamanya waktu yang dihabiskan untuk berkerja atau lamanya waktu jam terbang (FAA, 2009). Namun hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan Cátia Reis et.al pada tahun 2013 dan Mikael et.al pada tahun 2017 yang mengatakan bahwa faktor utama penyebab timbulnya *fatigue* pada penerbang adalah jenis penerbangan dan banyaknya jumlah sektor penerbangan atau jumlah *landing* dalam satu hari.

2. Hubungan Jenis Penerbangan dengan Kejadian *Acute Fatigue Syndrome* Pada Penerbang Sipil di Indonesia.

Tabel 7. Hubungan Jenis Penerbangan dengan Kejadian *Acute Fatigue Syndrome* Pada Penerbang Sipil di Indonesia.

Jenis Penerbangan	Kejadian <i>Acute Fatigue Syndrome</i>				Total	Pvalue
	Non Fatigue		Fatigue			
	N	%	N	%	N	%
Long Haul	7	58,3	5	41,7	12	100
Medium Haul	15	62,5	9	37,5	24	100
Short Haul	25	32,9	51	67,1	76	100
Jumlah	47	42	65	58	112	100

Sumber: Data Primer 2017

Tabel 7 menunjukkan bahwa responden yang memiliki kejadian *Acute Fatigue Syndrome* lebih banyak pada responden dengan jenis penerbangan *Short Haul* dibandingkan dengan *Medium Haul* dan *Long Haul*. Berdasarkan hasil uji *chi square* diketahui bawa nilai *p value* lebih kecil dari $\alpha = 5\%$ yaitu 0,018. Hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan pada $\alpha = 5\%$ antara kejadian *Acute Fatigue Syndrome*

dengan jenis penerbangan pada penerbang sipil.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Simon bahwa *fatigue* dan beban kerja yang tinggi meningkat pada penerbang dengan jenis penerbangan *short haul* (Bennett, 2016). Adanya hubungan antara jenis penerbangan dengan kejadian *acute fatigue syndrome* dikarenakan pada jenis penerbangan *short haul* penerbang memiliki jumlah *take-off* dan *landing* lebih banyak dalam satu hari yang menyebabkan bertambahnya waktu terjaga dan juga meningkatnya respon kecepatan dari penerbang (Vejvoda, 2014), sejalan dengan teori yang dikemukakan Susanti tahun 2014 yaitu penerbang yang melakukan penerbangan *Short Haul* berpotensi untuk menjadi lelah karena sebagian besar tugas dalam melakukan proses *take-off* dan *landing* membutuhkan konsentrasi yang tinggi ditambah apabila lalu lintas penerbangan sangat padat (Susanti, 2014). Menurut David, faktor terpenting yang mempengaruhi timbulnya *fatigue* pada penerbang dengan penerbangan *short haul* adalah sektor penerbangan atau banyaknya jumlah landing dalam satu hari dan *duty time*, jumlah sektor sendiri berkaitan dengan *critical phase* yang ditinjau dari *perspective* keselamatan penerbangan (Powell, 2007). Penelitian pada penerbang Portugis *Airline* mengatakan bahwa tingginya kelelahan pada penerbang jarak pendek/ *short haul* merupakan konsekuensi dari berkurangnya waktu istirahat (Reis, 2013). Penelitian yang dilakukan pada tahun selanjutnya mengungkapkan bahwa penerbang yang memiliki selisih waktu keberangkatan dan kedatangan yang sempit dengan rata-rata 2,2 jam memiliki angka kelelahan lebih besar karena penerbang dengan penerbangan yang singkat memiliki *situational awareness* yang tinggi dan menurunnya waktu beristirahat pada saat *layover* (Gander, 2014). Menurut Samara penyebab utama timbulnya *fatigue* pada penerbang dengan jenis penerbangan *short haul* adalah tingginya beban kerja dan berkurangnya waktu tidur selain itu

timbulnya *fatigue* pada *short haul* juga dikaitkan dengan jadwal terbang selama 4 sampai 5 hari berturut turut untuk memenuhi batasan *flight time limitation* dengan salah satu diantaranya menjadi *flight-leg* atau penerbangan *nonstop* antara bandara asal menuju bandara tujuan, sedangkan pada penerbangan *long haul* penerbang melakukan penerbangan pada dua malam berturut-turut dan tidur selama *layover*. Misalnya: Paris-New York-Paris di ditempuh dalam 48 jam dengan *layover* selama 22 jam. (Bourgeois-Bougrine, 2003).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa: Hasil data yang diperoleh dari 112 responden menunjukkan bahwa 65 responden atau 58% mengalami *Acute Fatigue Syndrome*, 110 responden atau 98,2% memiliki jam terbang ≤ 30 jam dalam 7 hari, 76 responden atau 67,9% melakukan penerbangan jenis *Short Haul*.

Tidak terdapat hubungan yang bermakna/signifikan antara jam terbang dalam 7 hari dengan risiko *Acute Fatigue Syndrome* pada penerbang sipil di Indonesia dengan nilai $p = 0,509$, hubungan antara lama penerbangan dengan kelelahan tidak dapat disimpulkan (no conclusion) karena keterbatasan data. Dan Terdapat hubungan yang bermakna/signifikan antara jenis penerbangan dengan risiko *Acute Fatigue Syndrome* pada penerbang sipil di Indonesia dengan nilai $p = 0,018$.

SARAN

1) Bagi Penerbang sipil di Indonesia

Penerbang sipil di Indonesia diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan mengenai gejala dan tanda *Acute Fatigue Syndrome* sehingga dapat diatasi lebih dini. Dan dapat menerapkan *fatigue risk management system* sesuai anjuran atau rekomendasi pada maskapai tempat para penerbang bekerja.

2) Bagi Balai Kesehatan Penerbangan

Balai kesehatan penerbangan (Balai Hatpen) agar dapat meningkatkan lagi pengetahuan penerbang mengenai *fatigue*

melalui kegiatan edukasi khususnya bagaimana *fatigue* dapat berpengaruh besar pada dunia penerbangan dan juga cara mengatasi *fatigue* yang timbul di kalangan penerbang yang dapat ditinjau dari *fatigue risk management system*.

3) Bagi Maskapai Penerbangan

Diharapkan dapat meningkatkan kedisiplinan dalam menerapkan *fatigue risk management system* sesuai anjuran atau rekomendasi yang telah ditetapkan oleh kementerian setempat.

4) Bagi Peneliti Selanjutnya

Bagi peneliti selanjutnya dapat diteliti lebih lanjut mengenai pengaruh *type rating* ataupun faktor risiko lainnya yang berkaitan dengan pada kelelahan pada penerbang.

Penelitian ini dapat dikembangkan menjadi penelitian lanjutan menggunakan desain penelitian lain seperti *case control* atau kohort agar dapat melihat hubungan sebab akibat dan juga bisa meneliti secara langsung faktor-faktor yang memengaruhi timbulnya *fatigue* pada penerbang.

DAFTAR PUSTAKA

Arya, Febi, dkk. (2017). "Flight hours within 7 days and risk of fatigue on the civilian pilots in Indonesia." *Health Science Journal of Indonesia* **8**(1): 53-58.

Bennett, Simon Ashley (2016), "Pilot workload and fatigue on short-haul routes: an evaluation supported by instantaneous self-assessment and ethnography", *Journal of Risk Research*, DOI: 10.1080/13669877.2016.1235603

Bourgeois-Bougrine, S., et al, (2003). Perceived fatigue for short-and long-haul flights: a survey of 739 airline pilots. "Aviation, space, and environmental medicine", 74(10), pp.1072-1077.

Civil Aviation Safety Authority, CASA (2013). "Fatigue-The Rules Are Changing". Canberra, Australia. Tersedia dari: Publikasi Australian Government

- Civil Aviation Safety Regulations, CASR (2015). "*Part 121: Certification And Operating Requirements: Domestic, Flag, And Supplemental Air Carriers.*" Tersedia dari: Publikasi Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia 2018, Statistik Lalu Lintas Angkutan Udara Domestik, Republik Indonesia, Diakses pada 3 Januari 2018
<http://hubud.dephub.go.id/?id/llu/index/filter:category,1>
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia 2018, Statistik Lalu Lintas Angkutan Udara internasional, Republik Indonesia, Diakses pada 3 Januari 2018
<http://hubud.dephub.go.id/?id/llu/index/filter:tahun,2017>
- European Cockpit Association, ECA (2012). "*Pilot fatigue Barometer.*" Tersedia dari: Publikasi The European Cockpit Association.
- Federal Aviation Administration (2009). "*Fatigue and Performance in Aviation.*" Aerospace Medicine Grand Rounds. Tersedia dari: Publikasi Federal Aviation Administration
- Gander, P.H, *et.al* (2014). "Pilot fatigue: relationships with departure and arrival times, flight duration, and direction". *Aviation, space, and environmental medicine*, 85(8), pp.833-840.
- Guyton, A.C. and Hall, J.E., 2006. Textbook of Medical Physiology. 13th ed. Philadelphia, PA, USA: Elsevier Saunders.
- Heppenheimer, T. A. (2009). "Turbulent Skies: The History of Commercial Aviation." George Mason University: 261 - 291. <http://catsr.vse.gmu.edu/SYST460/Safety%20Workbook.pdf>
- IATA, ICAO, IFALPA: Fatigue Management Guide for Airline Operators, 2015. Tersedia dari: <https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/FMG%20for%20Airline%20Operators%202nd%20Ed%20%28Final%29%20EN.pdf>
- IATA: FRMS white paper. 2013. Online. [cit. 2018- 02-18]. Tersedia dari: <https://www.iata.org/whatwedo/opsinfra/Documents/frms-white-paper.pdf>
- International Civil Aviation Organization, ICAO (2015). "*The Civil Aviation Regulations: Investigation of Air Accidents and Incidents.*" University Street, Montréal, Quebec, Canada. Tersedia dari: Publikasi International Civil Aviation Organization.
- International Civil Aviation Organization, ICAO Doc. 9966 FRMS Fatigue Risk Management Systems Manual for Regulators. First Edition. 2012. Online. [cit. 2018- 02-18].
- International Civil Aviation Organization, ICAO (2012). "*Manual of Civil Aviation Medicine.*" University Street, Montréal, Quebec, Canada. Tersedia dari: Publikasi International Civil Aviation Organization.
- Jackson, Craig A dan Laurie Earl (2006). "Prevalence of fatigue among commercial pilots." Occupational Medicine 56: 263-268.
- Komite Nasional Keselamatan Transportasi, KNKT (2016). "*Data Investigasi Kecelakaan Penerbangan Tahun 2010 - 2016.*" Tersedia dari: Publikasi Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Ma, Jin, *et. al.* (2014). "Workload Influence on Fatigue Related Psychological and Physiological Performance Changes of Aviators." PLOS ONE 9(2): 1-7.

- Novacek, Paul. (2003). "How Can Avionics Help Reduce Pilot Fatigue?". Aircraft Electronics Association (April 2003).
- Powell, D., Spencer, M.B., Holland, D., Broadbent, E. and Petrie, K.J., 2007. Pilot fatigue in short-haul operations: Effects of number of sectors, duty length, and time of day. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 78(7), pp.698-701.
- Reis, Cátia, Catarina Mestre, dan Helena Canhão. (2013). "Prevalence of Fatigue in a Group of Airline Pilots." *Aviation, Space, and Environmental Medicine* **84**: 828-833.
- Reis, Cátia, *et. al.* (2016). "Sleep complaints and fatigue of airline pilots." *sleep science* **9**: 73-77.
- Sallinen, Mikael, *et. al.* (2017). "Sleep, alertness and alertness management among commercial airline pilots on short-haul and long-haul flights." *Accident Analysis and Prevention* **98**: 320-329.
- Strauss, Samuel. (2013). "Pilot Fatigue". Tersedia dari: Publikasi *Aerospace Medical Association* Vol **11**.
- Sungkawaningtyas, M. (2007). *Kelelahan pilot dan strategi mengatasinya*. Tesis Program Magister Sistem dan Teknik Transportasi, Universitas Gadjah Mada.
- Susanti dan Yati Nurhayati (2014). "Tingkat Kelelahan Pilot Indonesia dalam Menerbangkan Pesawat Komersial Rute Pendek." *Warta Ardhia Jurnal Perhubungan Udara* **40**(4): 251-266. DOI: <http://dx.doi.org/10.25104/wa.v40i4.221.251-266>.
- Tartagliaa, M. C, S. Narayanana dan D. L. Arnolda. (2008). "Mental fatigue alters the pattern and increases the volume of cerebral activation required for a motor task in multiple sclerosis patients with fatigue." *European Journal of Neurology* **15**: 413-419.
- Tortora, GJ, Derrickson, B. 2012. Principles of Anatomy & Physiology 13th Edition. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Tvaryanas, Anthony P and Glen D. MacPherson (2009). "Fatigue in Pilots of Remotely Piloted Aircraft Before and After Shift Work Adjustment." *Aviation, Space, and Environmental Medicine* **80**(5): 454 - 461.
- Van Drongelen, Alwin, *et. al.* (2013). "Development and evaluation of an intervention aiming to reduce fatigue in airline pilots: design of a randomised controlled trial." *bio medical central* **13**(776): 1471-2458.
- Vejvoda, M, *et.al* (2014). "Significance of time awake for predicting pilots' fatigue on short-haul flights: implications for flight duty time regulations". *Journal of sleep research*, 23(5), pp.564-567.
- Vucic, Steve, David Burke dan Matthew C. Kiernan (2010). "Fatigue in multiple sclerosis: Mechanisms and management." *Clinical Neurophysiology* **121**: 809-817.
- Zwarts, M.J, G. Bleijenberg dan B.G.M. van Engelen (2008). "Clinical neurophysiology of fatigue." *Clinical Neurophysiology* **119**: 2-10.