

Pengukuran Beban Kerja Mental Instruktur Pilot dan Pilot pada Latihan Terbang Menggunakan Metode NASA-TLX

Adi Yuda Sabil Pradana*,¹, Riani Nurdin¹, Bagus Wahyu Utomo¹

¹Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto
Blok R Lanud Adisutjipto, Yogyakarta, 55198, Indonesia

*E-mail: adiyudasabilpradana98@gmail.com

Diterima: 24 Agustus 2023, direvisi: 11 September 2024, disetujui: 20 November 2024,
tersedia daring: 27 Desember 2024, diterbitkan: 31 Desember 2024

Abstrak

Dalam menciptakan seorang pilot yang berkompeten, tentu membutuhkan instruktur pilot selama pelatihannya. Pada dasarnya selama pelatihan baik itu instruktur pilot dan pilot lebih banyak melakukan aktivitas mental daripada aktivitas fisik. Dikarenakan kegiatan latihan terbang ini membutuhkan tingkat keamanan yang tinggi perlu dilakukan pengukuran beban kerja mental instruktur pilot dan pilot di Skadron Pendidikan Pilot Angkatan Udara. Metode pengukuran subyektif yang digunakan adalah Metode NASA-TLX yang telah disesuaikan menjadi beberapa indikator, yang terdiri dari Tuntutan Mental, Tuntutan Fisik, Tuntutan Waktu, Usaha, Kinerja, dan Frustrasi. Hasil dari pengukuran beban kerja mental diperoleh skor NASA-TLX untuk Instruktur Pilot sebesar 86,42 dan untuk Pilot sebesar 80,42. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa beban kerja yang dirasakan instruktur pilot dan pilot tergolong beban kerja yang sangat tinggi karena nilai rata-rata WWL yang diperoleh berada pada rentang nilai 80-100. Besarnya skor WWL sebagai Instruktur Pilot didominasi oleh kegiatan yang menuntut aktivitas kinerja dan sebagai Pilot didominasi oleh kegiatan yang menuntut aktivitas usaha. Dari hasil perbandingan rata-rata skor WWL dan NASA TLX tidak terdapat perbedaan skor yang terlalu signifikan antara Instruktur Pilot dan Pilot, sehingga diantara peran Instruktur Pilot dan Pilot sama-sama harus memiliki tingkat mental dan tanggungjawab yang tinggi.

Kata kunci: beban kerja mental, instruktur pilot, latihan terbang, NASA-TLX, pilot.

Abstract

Measurement of the Mental Workload of Pilot Instructor and Pilot using NASA-TLX Method: In creating a competent pilot, it needs a pilot instructor during the training. Basically, during training, both pilot instructors and pilots do more mental activity than physical activity. It is because the flying training activity requires a high level of safety and it is necessary to measure the mental workload of pilot instructors and pilots in the Air Force Pilot Education Squadron. The subjective measurement method used is the NASA-TLX Method which has been adapted into several indicators, consisting of Mental Demands, Physical Demands, Time Demands, Effort, Performance and Frustration. The results of mental workload measurements obtained a NASA-TLX score for Pilot Instructors is 86.42 and for Pilots is 80.42. The results of these measurements show that the workload felt by pilot instructors and pilots is classified as a very high workload because the average WWL value obtained is in the range of 80-100. The WWL score as a Pilot Instructor is dominated by activities that require performance activities and as a Pilot is dominated by activities that require business activities. From the results of the comparison of the average WWL and NASA TLX scores, there is no significant difference in scores between Pilot Instructor and Pilot. Thus, the roles of Pilot Instructor and Pilot must have a high level of mental and responsibility.

Keywords: flying training, mental workload, NASA-TLX, pilot, pilot instructor.

1. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara yang memiliki wilayah yang luas dan kompleks, sangat membutuhkan keamanan dan pertahanan yang kuat. Salah satu bagian dari pertahanan nasional adalah kekuatan udara [1]. Oleh karena itu, Indonesia membutuhkan pesawat tempur dan pilot yang handal untuk menjaga kedaulatan dan integritas wilayah.

Skadron Pendidikan Pilot Angkatan Udara memiliki fungsi sebagai pelaksana Wingdik Terbang yang bertugas melaksanakan pendidikan penerbangan latih dasar, sekolah navigator, dan *aptitude test* calon siswa sekolah penerbang agar dapat menghasilkan pilot yang handal guna menjaga pertahanan dan keamanan nasional Indonesia.

Dan dalam menciptakan seorang pilot yang berkompeten, tentu membutuhkan instruktur pilot selama pelatihannya. Pada dasarnya pekerjaan seorang instruktur pilot lebih banyak melakukan aktivitas mental daripada aktivitas fisik [2]. Beban kerja fisik dapat diukur menggunakan alat medis sehingga cenderung mudah dilihat seberapa berat dan besar tingkat kelelahan akibat pekerja tersebut dan bahkan dapat dilihat

secara kasat mata meskipun tidak menggunakan alat medis. Hal ini berbeda dengan beban kerja mental yang mana pada beban kerja mental energi yang dikeluarkan relatif lebih sedikit dibanding dengan beban kerja fisik. Oleh karena itu, agar pekerja dapat bekerja dan menghasilkan suatu output yang optimal maka akan penting untuk diperhatikan berbagai aspek dari manusia dan pekerjaan yang mereka lakukan [3].

Faktor-faktor yang termasuk ke dalam beban kerja mental yaitu seperti munculnya kelelahan mental akibat tanggung jawab yang besar dan beban kerja yang tinggi dikarenakan menyangkut keselamatan nyawa penumpang. Tanggung jawab seorang instruktur pilot memiliki nilai lebih dikarenakan mengajarkan siswa penerbang yang yang berlatar belakang nihil tentang menerbangkan pesawat. Seorang instruktur pilot memiliki peran penting untuk mencetak seorang siswa penerbang [4]. Selain peran instruktur pilot motivasi, edukasi dan sikap seorang siswa juga menentukan keberhasilan terciptanya pilot yang handal. Instruktur pilot sebagai agen perubahan siswa yang mencetak seorang yang sebelumnya tidak bisa menerbangkan pesawat menjadi bisa, yang sebelumnya tidak mengerti bernavigasi udara menjadi faham navigasi, yang sebelumnya tidak mengerti berkomunikasi dengan berbahasa Inggris dengan dua arah antara tower pemandu dan penerbang menjadi fasih [5].

Seorang pilot harus mampu mengambil keputusan penting secara *realtime*, dapat menilai situasi, dapat menangani keadaan darurat dengan tenang, wajib mengikuti prosedur darurat, dan dapat berkomunikasi secara efektif dengan kru dan ATC. Kemampuan tersebut wajib dimiliki Pilot guna memastikan keselamatan dan kesejahteraan semua penumpang di dalamnya. Siswa penerbang yang berperan sebagai pilot pada saat pelatihan juga dituntut untuk mengasah kemampuan-kemampuan tersebut selain kemampuan teknis yang dipelajari, hal tersebut jelas menimbulkan beban kerja mental bagi siswa penerbang. Pada tempat penelitian belum pernah dilakukan penelitian tentang beban kerja Pilot maupun Instruktur Pilot, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat beban kerja mental yang dialami oleh Instruktur Pilot dan Pilot selama penerbangan, mengidentifikasi faktor indikator yang mendominasi beban kerja mental Instruktur Pilot dan Pilot, dan mengetahui perbedaan hasil pengukuran beban kerja mental yang dialami oleh Instruktur Pilot dan Pilot.

Adapun metode pengukuran yang akan digunakan untuk mengetahui beban kerja mental instruktur pilot dan pilot adalah Metode NASA-TLX. Metode ini dikembangkan oleh National Aeronautics and Space Administration (NASA) oleh karenanya metode ini sangat tepat mengukur beban kerja pada dunia penerbangan, NASA-TLX merupakan pengukuran subjektif yang terdiri dari skala sembilan faktor (kesulitan tugas, tekanan waktu, jenis aktivitas, usaha fisik, usaha mental, performansi, frustrasi, stress, dan kelelahan). Sembilan faktor tersebut disederhanakan menjadi enam, yaitu Mental Demand (MD), *Physical Demand* (PD), *Temporal Demand* (TD), *Performance* (P), *Effort* (EF), dan *Frustration Level* (FR) [6]. Metode NASA-TLX sangat tepat digunakan untuk mengukur beban kerja dalam pada latihan terbang dikarenakan tidak berada pada lingkungan yang dinamis dan kompleks, untuk pengukuran kerja di lingkungan dinamis lebih tepat menggunakan metode *Subjective Workload Assessment Technique* (SWAT) dan untuk pengukuran kerja di lingkungan kompleks lebih tepat menggunakan metode *Workload Profile* (WP). Rating NASA-TLX telah terbukti sangat sensitif terhadap tingkat beban kerja yang dimanipulasi secara eksperimental dan secara substansial lebih dapat diandalkan seperti yang diukur dengan pengujian manipulasi atau pengujian ulang dibandingkan dengan Rating SWAT [7]. Skala TLX telah terbukti valid untuk sejumlah lingkungan tugas yang berbeda, termasuk pada simulasi penerbangan dan lingkungan yang aktual, pertahanan udara dan kendaraan yang diuji cobakan dari jarak jauh [8][9][10]. TLX terbukti sensitif terhadap berbagai tingkat tuntutan mental yang dipaksakan oleh tugas [11].

2. Metodologi

Dalam metodologi akan dibahas mengenai metode pengumpulan, pengolahan, dan analisis data.

2.1. Metode Pengumpulan Data

Data diperoleh dengan teknik wawancara, observasi, dan penyebaran kuisioner NASA-TLX yang ditujukan kepada instruktur pilot yang bersedia memberikan respon berkaitan dengan beban kerja mental dari pekerjaan selama menjadi instruktur pilot dan dari siswa penerbang yang berperan sebagai pilot.

Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara terstruktur secara langsung di Skadron Pendidikan Pilot Angkatan Udara. Salah satu Instruktur Pilot menjadi narasumber untuk membuat alat ukur berupa kuesioner terkait indikator NASA-TLX dan juga Beban Kerja Mental dibutuhkan seorang *Expert* [12].

Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai hal-hal yang kaitannya dengan beban kerja yang dirasakan oleh seorang instruktur pilot secara pribadi oleh masing-masing objek. Observasi dilakukan guna memperoleh informasi non-verbal serta melakukan interpretasi tentang makna dan pemahaman yang tidak terucap dari observasi yang dilakukan pada objek. Penyebaran kuesioner dilakukan guna memperoleh konversi angka berdasarkan persepsi dari responden yang dilakukan pengukuran beban kerja secara subyektif..

Responden adalah Instruktur Pilot dan juga Siswa Penerbang (Pilot). Jumlah responden yang menjadi sampel penelitian ini sebanyak 40 orang dengan keterangan 8 orang responden Instruktur Pilot dan 32 orang responden dari Siswa Penerbang (Pilot). Berikut adalah rincian profil responden yang diminta untuk mengisi kuisisioner NASA-TLX dalam penelitian ini yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Daftar profil responden Instruktur Pilot

No.	Inisial	Pangkat	Jam Terbang
1	IP1	Kapten Penerbang	1900 Jam
2	IP2	Kapten Penerbang	2230 Jam
3	IP3	Kapten Penerbang	1857 Jam
4	IP4	Kapten Penerbang	2000 Jam
5	IP5	Kapten Penerbang	1000 Jam
6	IP6	Kapten Penerbang	1200 Jam
7	IP7	Kapten Penerbang	3500 Jam
8	IP8	Kapten Penerbang	1800 Jam

Tabel 2. Daftar profil responden Pilot

No.	Inisial	Pangkat	Jam Terbang	No.	Inisial	Pangkat	Jam Terbang
1	P1	Sersan Mayor Siswa	200 Jam	17	P17	Sersan Mayor Siswa	180 Jam
2	P2	Sersan Mayor Siswa	200,40 Jam	18	P18	Sersan Mayor Siswa	180 Jam
3	P3	Sersan Mayor Siswa	200 Jam	19	P19	Sersan Mayor Siswa	180 Jam
4	P4	Sersan Mayor Siswa	182 Jam	20	P20	Sersan Mayor Siswa	180 Jam
5	P5	Sersan Mayor Siswa	181,30 Jam	21	P21	Sersan Mayor Siswa	180 Jam
6	P6	Sersan Mayor Siswa	174 Jam	22	P22	Sersan Mayor Siswa	175 Jam
7	P7	Sersan Mayor Siswa	170 Jam	23	P23	Sersan Mayor Siswa	190 Jam
8	P8	Sersan Mayor Siswa	180 Jam	24	P24	Sersan Mayor Siswa	192,10 Jam
9	P9	Sersan Mayor Siswa	176 Jam	25	P25	Sersan Mayor Siswa	198,50 Jam
10	P10	Sersan Mayor Siswa	184 Jam	26	P26	Sersan Mayor Siswa	190,40 Jam
11	P11	Sersan Mayor Siswa	180 Jam	27	P27	Sersan Mayor Siswa	196 Jam
12	P12	Sersan Mayor Siswa	176 Jam	28	P28	Sersan Mayor Siswa	192 Jam
13	P13	Sersan Mayor Siswa	180 Jam	29	P29	Sersan Mayor Siswa	197 Jam
14	P14	Sersan Mayor Siswa	180 Jam	30	P30	Sersan Mayor Siswa	199,50 Jam
15	P15	Sersan Mayor Siswa	190 Jam	31	P31	Sersan Mayor Siswa	190 Jam
16	P16	Sersan Mayor Siswa	180 Jam	32	P32	Sersan Mayor Siswa	192 Jam

2.2. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk menentukan beban kerja mental masing-masing instruktur pilot dengan metode NASA-TLX [8][13] dan uji statistik [14].

2.2.1. NASA-TLX

- a) Perhitungan Bobot setiap indikator NASA-TLX : dengan menjumlahkan banyaknya poin untuk setiap indikator yang terpilih dari 15 perbandingan yang disajikan.
- b) Perhitungan Nilai Produk : dengan melakukan perhitungan nilai produk untuk setiap responden.
- c) Perhitungan Nilai Rata-rata *Weighted Workload* (WWL)
- d) Interpretasi Skor WWL dengan melihat Skor WWL pada tabel pengklasifikasian kategori skor NASA-TLX

2.2.2. Uji Statistik

Pada bagian uji komparasi dilakukan perbandingan terhadap kategori peran antara sebagai “Instruktur Pilot” dan “Pilot” ketika sedang melaksanakan agenda penerbangan. Langkah-langkah pengujian komparasi sebagai berikut [15]:

- a) Uji Normalitas
- b) Uji Homogenitas
- c) T-test Independent
- d) Uji Mann-Whitney

2.3. Analisis Data

Analisis dilakukan untuk membahas hasil pengolahan data yang diperoleh dengan tujuan agar dapat ditemukannya solusi dalam penelitian ini. Analisis dilakukan pada skor akhir NASA-TLX dan Uji Statistik sebagai berikut.

2.3.1. NASA-TLX

Analisis dilakukan pada nilai rata-rata tiap indikator beban mental kerja untuk memberikan informasi terkait hal yang melatarbelakangi perolehan nilai rata-rata pada indikator tersebut. Kemudian, menganalisis perolehan nilai rata-rata WWL serta kategori yang diperoleh dari nilai tersebut untuk mengetahui tinggi/rendahnya beban kerja yang diterima instruktur pilot.

2.3.2. Uji statistik

Pada bagian uji komparasi dilakukan perbandingan terhadap kategori peran antara sebagai “Instruktur Pilot” dan “Pilot” ketika sedang melaksanakan agenda penerbangan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. NASA-TLX

3.1.1. Pengisian Pembobotan Perbandingan Indikator NASA-TLX

Hasil perbandingan indikator diisi berdasarkan perspektif dari setiap responden dalam pekerjaannya sebagai Instruktur Pilot.

Kemudian dari hasil pembobotan dari setiap indikator di akumulasikan hingga berjumlah sebanyak 15 dari banyaknya indikator berpasangan berdasarkan kelompok peran “Instruktur Pilot” dan “Siswa Penerbang (Pilot)” yang dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 5, sedangkan rekapitulasi hasil pembobotan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 6.

3.1.2. Pemberian Rating Indikator NASA-TLX

Rating sheet indikator NASA-TLX diisi oleh responden berdasarkan perspektif masing-masing responden sehingga skor yang diperoleh pun bervariasi. Hasil rekapitulasi rating indikator dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 3. Hasil pembobotan NASA-TLX untuk Instruktur Pilot

No	Indikator Pemanding			Indikator Terpilih
1	Tuntutan Mental	x	Tuntutan Fisik	Tuntutan Mental
2	Tuntutan Mental	x	Tuntutan Waktu	Tuntutan Mental
3	Tuntutan Fisik	x	Tuntutan Waktu	Tuntutan Waktu
4	Tuntutan Mental	x	Kinerja	Tuntutan Mental
5	Tuntutan Fisik	x	Kinerja	Kinerja
6	Tuntutan Waktu	x	Kinerja	Kinerja
7	Tuntutan Mental	x	Usaha	Tuntutan Mental
8	Tuntutan Fisik	x	Usaha	Usaha
9	Tuntutan Waktu	x	Usaha	Usaha
10	Kinerja	x	Usaha	Usaha
11	Tuntutan Mental	x	Frustasi	Tuntutan Mental
12	Tuntutan Fisik	x	Frustasi	Frustasi
13	Tuntutan Waktu	x	Frustasi	Frustasi
14	Kinerja	x	Frustasi	Kinerja
15	Usaha	x	Frustasi	Frustasi

Tabel 4. Rekapitulasi hasil pembobotan oleh Instruktur Pilot

Responden	Rating Indikator						Total
	TM	TF	TW	K	U	F	
IP1	5	0	1	3	3	3	15
IP2	3	1	3	4	3	1	15
IP3	3	0	4	5	1	2	15
IP4	3	2	1	4	5	0	15
IP5	4	3	3	1	2	2	15
IP6	4	3	1	2	5	0	15
IP7	4	2	1	3	5	0	15
IP8	2	1	3	5	4	0	15

Tabel 5. Hasil pembobotan NASA-TLX untuk Pilot

No.	Indikator Pemanding			Indikator Terpilih
1	Tuntutan Mental	x	Tuntutan Fisik	Tuntutan Mental
2	Tuntutan Mental	x	Tuntutan Waktu	Tuntutan Mental
3	Tuntutan Fisik	x	Tuntutan Waktu	Tuntutan Fisik
4	Tuntutan Mental	x	Kinerja	Tuntutan Mental
5	Tuntutan Fisik	x	Kinerja	Tuntutan Fisik
6	Tuntutan Waktu	x	Kinerja	Tuntutan Waktu
7	Tuntutan Mental	x	Usaha	Tuntutan Mental
8	Tuntutan Fisik	x	Usaha	Tuntutan Fisik
9	Tuntutan Waktu	x	Usaha	Tuntutan Waktu
10	Kinerja	x	Usaha	Kinerja
11	Tuntutan Mental	x	Frustasi	Tuntutan Mental
12	Tuntutan Fisik	x	Frustasi	Tuntutan Fisik
13	Tuntutan Waktu	x	Frustasi	Tuntutan Waktu
14	Kinerja	x	Frustasi	Kinerja
15	Usaha	x	Frustasi	Usaha

Tabel 6. Rekapitulasi hasil pembobotan oleh Pilot

Responden	Rating Indikator						Total	Responden	Rating Indikator						Total
	TM	TF	TW	K	U	F			TM	TF	TW	K	U	F	
P1	4	3	1	2	5	0	15	P17	5	3	3	1	1	2	15
P2	3	0	2	2	5	3	15	P18	4	2	1	3	5	0	15
P3	3	3	1	4	4	0	15	P19	4	1	0	3	5	2	15
P4	3	2	4	2	4	0	15	P20	3	2	3	3	3	1	15
P5	3	1	2	5	4	0	15	P21	3	2	3	3	3	1	15
P6	3	0	1	4	4	3	15	P22	3	1	5	3	3	0	15
P7	3	2	1	4	5	0	15	P23	4	0	2	3	5	1	15
P8	3	1	2	4	5	0	15	P24	3	0	1	4	5	2	15
P9	3	2	0	5	4	1	15	P25	5	0	3	3	2	2	15
P10	3	0	1	3	3	5	15	P26	2	1	4	5	3	0	15
P11	4	1	4	3	3	0	15	P27	2	1	3	4	4	1	15
P12	3	4	1	2	4	1	15	P28	4	1	2	3	5	0	15
P13	3	0	3	1	4	4	15	P29	2	3	0	4	5	1	15
P14	3	2	2	4	4	0	15	P30	5	2	1	4	3	0	15
P15	3	3	2	4	3	0	15	P31	5	2	1	3	4	0	15
P16	4	1	1	4	4	1	15	P32	3	0	1	2	4	5	15

Tabel 7. Rekapitulasi hasil rating Instruktur Pilot

No.	Responden	Rating Indikator						Total
		TM	TF	TW	K	U	F	
1	IP 1	100	80	80	90	90	80	520
2	IP 2	100	80	90	90	100	90	550
3	IP 3	80	50	60	90	80	80	440
4	IP 4	80	80	80	80	80	80	480
5	IP 5	100	100	100	100	100	80	580
6	IP 6	100	100	100	100	100	70	570
7	IP 7	100	50	30	70	90	80	420
8	IP 8	80	80	90	80	70	70	470

Tabel 8. Rekapitulasi hasil rating Pilot

Responden	Rating Indikator						Total	Responden	Rating Indikator						Total
	TM	TF	TW	K	U	F			TM	TF	TW	K	U	F	
P1	100	100	100	100	100	50	550	P17	100	100	80	80	80	90	530
P2	100	100	50	100	100	100	550	P18	50	50	50	50	50	50	300
P3	100	80	10	100	100	60	450	P19	80	100	0	90	80	70	420
P4	100	70	90	80	80	80	500	P20	100	30	50	100	100	50	430
P5	100	70	80	70	70	80	470	P21	100	100	100	100	100	100	600
P6	90	60	40	90	90	80	450	P22	100	100	100	100	70	80	550
P7	100	100	90	90	80	100	560	P23	80	0	30	50	70	70	300
P8	100	70	60	90	100	90	510	P24	90	50	100	90	100	100	530
P9	100	100	70	80	90	70	510	P25	90	60	100	90	100	100	540
P10	80	80	80	80	80	80	480	P26	70	60	70	40	50	80	370
P11	100	60	60	100	90	80	490	P27	50	50	50	50	50	60	310
P12	90	30	50	30	20	90	310	P28	70	70	80	70	100	70	460
P13	70	90	50	40	70	90	410	P29	100	100	80	90	100	80	550
P14	100	100	50	50	100	100	500	P30	100	60	100	100	100	100	560
P15	80	80	70	60	80	80	450	P31	100	60	50	90	100	100	500
P16	100	50	30	40	70	80	370	P32	100	60	80	80	80	80	480

3.1.3. Perhitungan Nilai Produk

Perhitungan nilai produk dilakukan dengan melihat nilai bobot indikator beban kerja dengan skor rating indikator NASA-TLX. Berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 9 sebelumnya, berikut merupakan skema perhitungan nilai produk dari responden IP 1 dan IP 2 yang dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Nilai Produk} = \text{Rating} \times \text{Bobot} \quad (1)$$

Tabel 9. Perhitungan nilai produk Instruktur Pilot

No	Responden	Nilai Produk
1	IP 1	1360
2	IP 2	1400
3	IP 3	1170
4	IP 4	1190
5	IP 5	1460
6	IP 6	1410
7	IP 7	1190
8	IP 8	1190

Tabel 10. Perhitungan nilai produk Pilot

No	Responden	Nilai Produk	No	Responden	Nilai Produk
1	P1	1500	17	P17	1380
2	P2	1100	18	P18	750
3	P3	1350	19	P19	1230
4	P4	1280	20	P20	1160
5	P5	1160	21	P21	1500
6	P6	1270	22	P22	1410
7	P7	1350	23	P23	950
8	P8	1350	24	P24	1430
9	P9	1260	25	P25	1420
10	P10	1200	26	P26	830
11	P11	1270	27	P27	760
12	P12	670	28	P28	1220
13	P13	1040	29	P29	1440
14	P14	1200	30	P30	1420
15	P15	1100	31	P31	1340
16	P16	1000	32	P32	1260

3.1.4. Perhitungan WWL

Sebagaimana rumus yang diketahui, WWL merupakan jumlah atau total dari nilai produk.

$$\text{WWL} = \sum \text{Nilai Produk} \quad (2)$$

3.1.5. Perhitungan Skor Rata-rata WWL

Berdasarkan teori yang telah dikaji sebelumnya, perhitungan nilai rata-rata WWL adalah total nilai produk yang dibagi dengan banyaknya perbandingan indikator berpasangan yaitu sebanyak 15, yang hasilnya akan diinterpretasikan berdasarkan skor rata-rata WWL terhadap penggolongan beban kerja NASA-TLX.

$$\text{Skor} = \frac{\sum(\text{bobot} \times \text{rating})}{15} \quad (3)$$

Tabel 11. Skor rata-rata WWL Instruktur Pilot

No	Responden	Skor Rata-Rata WWL
1	IP 1	90,67
2	IP 2	93,33
3	IP 3	78,00
4	IP 4	80,00
5	IP 5	97,33
6	IP 6	93,33
7	IP 7	79,33
8	IP 8	79,33

Tabel 12. Skor rata-rata WWL Pilot

No	Responden	Skor Rata-Rata WWL	No	Responden	Skor Rata-Rata WWL
1	P1	100,00	17	P17	92,00
2	P2	73,33	18	P18	50,00
3	P3	90,00	19	P19	82,00
4	P4	85,33	20	P20	77,33
5	P5	77,33	21	P21	100,00
6	P6	84,67	22	P22	94,00
7	P7	90,00	23	P23	63,33
8	P8	90,00	24	P24	95,33
9	P9	84,00	25	P25	94,67
10	P10	80,00	26	P26	55,33
11	P11	84,67	27	P27	50,67
12	P12	44,67	28	P28	81,33
13	P13	69,33	29	P29	96,00
14	P14	80,00	30	P30	94,67
15	P15	73,33	31	P31	89,33
16	P16	66,67	32	P32	84,00

3.1.6. Interpretasi Skor Rata-rata WWL

Setelah perhitungan Skor Rata-rata WWL, kemudian akan diinterpretasikan berdasarkan penggolongan kategori beban kerja NASA-TLX, sesuai Tabel 12. Hasil kategori beban kerja disajikan pada Tabel 13 dan Tabel 14.

Tabel 12. Kategori beban kerja

Kategori Beban Kerja	Nilai Skor
Rendah	0 – 9
Sedang	10 – 29
Agak Tinggi	30 – 49
Tinggi	50 – 79
Sangat Tinggi	80 – 100

Sumber: [6]

Tabel 13. Kategori beban kerja Instruktur Pilot

No	Responden	Skor Rata-Rata WWL	Kategori Beban Kerja
1	IP 1	90,67	Sangat Tinggi
2	IP 2	93,33	Sangat Tinggi
3	IP 3	78,00	Tinggi
4	IP 4	80,00	Sangat Tinggi
5	IP 5	97,33	Sangat Tinggi
6	IP 6	93,33	Sangat Tinggi
7	IP 7	79,33	Tinggi
8	IP 8	79,33	Tinggi

Tabel 14. Kategori beban kerja Pilot

No	Responden	Skor Rata-Rata WWL	Kategori Beban Kerja	No	Responden	Skor Rata-Rata WWL	Kategori Beban Kerja
1	P1	100,00	Sangat Tinggi	17	P17	92,00	Sangat Tinggi
2	P2	73,33	Tinggi	18	P18	50,00	Tinggi
3	P3	90,00	Sangat Tinggi	19	P19	82,00	Sangat Tinggi
4	P4	85,33	Sangat Tinggi	20	P20	77,33	Tinggi
5	P5	77,33	Tinggi	21	P21	100,00	Sangat Tinggi
6	P6	84,67	Sangat Tinggi	22	P22	94,00	Sangat Tinggi
7	P7	90,00	Sangat Tinggi	23	P23	63,33	Tinggi
8	P8	90,00	Sangat Tinggi	24	P24	95,33	Sangat Tinggi
9	P9	84,00	Sangat Tinggi	25	P25	94,67	Sangat Tinggi
10	P10	80,00	Sangat Tinggi	26	P26	55,33	Tinggi
11	P11	84,67	Sangat Tinggi	27	P27	50,67	Tinggi
12	P12	44,67	Agak Tinggi	28	P28	81,33	Sangat Tinggi
13	P13	69,33	Tinggi	29	P29	96,00	Sangat Tinggi
14	P14	80,00	Sangat Tinggi	30	P30	94,67	Sangat Tinggi
15	P15	73,33	Tinggi	31	P31	89,33	Sangat Tinggi
16	P16	66,67	Tinggi	32	P32	84,00	Sangat Tinggi

3.2. Uji Statistik

Pada bagian uji komparasi dilakukan perbandingan terhadap kategori peran antara sebagai “Instruktur Pilot” dan “Pilot” ketika sedang melaksanakan agenda penerbangan. Langkah-langkah pengujian komparasi sebagai berikut:

3.2.1. Uji Normalitas

Dari Tabel 15 dapat diketahui bahwasanya nilai signifikansi pada kolom Saphiro-Wilk terdapat perbedaan hasil pada tiap indikator dan kelompok peran Instruktur Pilot dan Pilot.

- Indikator Tuntutan mental Instruktur Pilot mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,512 yang berarti nilai signifikansi tersebut lebih besar dari α (0,05), artinya data tersebut berdistribusi normal. Sedangkan untuk Pilot mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,011 yang berarti nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari α (0,05), artinya data tersebut berdistribusi tidak normal.
- Indikator Tuntutan Fisik Instruktur Pilot mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,014 yang berarti nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari α (0,05), artinya data tersebut berdistribusi tidak normal. Sedangkan untuk Pilot mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,004 yang berarti nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari α (0,05), artinya data tersebut berdistribusi tidak normal.
- Indikator Tuntutan Waktu Instruktur Pilot mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,028 yang berarti nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari α (0,05), artinya data tersebut berdistribusi tidak normal.

Sedangkan untuk Pilot mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,002 yang berarti nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari α (0,05), artinya data tersebut berdistribusi tidak normal.

- d) Indikator Kinerja Instruktur Pilot mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,708 yang berarti nilai signifikansi tersebut lebih besar dari α (0,05), artinya data tersebut berdistribusi normal. Sedangkan untuk Pilot mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,148 yang berarti nilai signifikansi tersebut lebih besar dari α (0,05), artinya data tersebut berdistribusi normal.
- e) Indikator Usaha Instruktur Pilot mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,741 yang berarti nilai signifikansi tersebut lebih besar dari α (0,05), artinya data tersebut berdistribusi normal. Sedangkan untuk Pilot mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,123 yang berarti nilai signifikansi tersebut lebih besar dari α (0,05), artinya data tersebut berdistribusi normal.
- f) Indikator Frustrasi Instruktur Pilot mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,215 yang berarti nilai signifikansi tersebut lebih besar dari α (0,05), artinya data tersebut berdistribusi normal. Sedangkan untuk Pilot mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,000 yang berarti nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari α (0,05), artinya data tersebut berdistribusi tidak normal.

Tabel 15. Hasil uji normalitas tiap indikator pada "Uji Komparasi" untuk Instruktur Pilot & Pilot

Indikator	Instruktur Pilot & Pilot	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Tuntutan_Mental	Instruktur Pilot	0,930	8	0,512
	Pilot	0,910	32	0,011
Tuntutan_Fisik	Instruktur Pilot	0,772	8	0,014
	Pilot	0,890	32	0,004
Tuntutan_Waktu	Instruktur Pilot	0,799	8	0,028
	Pilot	0,880	32	0,002
Kinerja	Instruktur Pilot	0,950	8	0,708
	Pilot	0,950	32	0,148
Usaha	Instruktur Pilot	0,953	8	0,741
	Pilot	0,948	32	0,123
Frustrasi	Instruktur Pilot	0,886	8	0,215
	Pilot	0,719	32	0,000

3.2.2. Uji Homogenitas

Dari Tabel 16 diketahui bahwa setiap indikator memperoleh nilai Sig. > α (0,05) artinya untuk setiap indikator antara kelompok peran sebagai Instruktur Pilot dan Pilot memiliki varian yang sama (homogen).

Tabel 16. Uji homogenitas tiap indikator peran sebagai "Instruktur Pilot & Pilot"

Indikator		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
Tuntutan_Mental	<i>Equal variances assumed</i>	0,089	0,767
Tuntutan_Fisik	<i>Equal variances assumed</i>	0,031	0,861
Tuntutan_Waktu	<i>Equal variances assumed</i>	0,137	0,713
Kinerja	<i>Equal variances assumed</i>	0,007	0,932
Usaha	<i>Equal variances assumed</i>	0,430	0,516
Frustrasi	<i>Equal variances assumed</i>	0,577	0,452

3.2.3. Uji Komparasi T-test Independent

Karena uji normalitas dan uji homogenitas memenuhi asumsi syarat parametrik yaitu berdistribusi normal dan variannya homogen, maka uji komparasi yang digunakan adalah Uji Parametrik T-test Independent. Hasil uji T-Test Independent Nilai Sig. (2-tailed) semua indikator bernilai > 0,05, artinya skor beban kerja mental antara Instruktur Pilot dan Pilot tidak memiliki perbedaan rata-rata yang signifikan.

3.2.4. Uji Komparasi Mann-Whitney

Uji Mann-Whitney adalah uji non-parametrik yang menjadi alternatif dari uji t (uji parametrik). Karena uji normalitas dan uji homogenitas memenuhi asumsi syarat non parametrik yaitu berdistribusi tidak normal dan variannya homogen, maka uji komparasi yang digunakan adalah Uji non-parametrik Mann-Whitney. Hasil uji non parametrik nilai *Asymp.Sig (2-tailed)* semua indikator $> \alpha$ (0,05) artinya skor beban kerja mental antara Instruktur Pilot dan Pilot tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Gambar dan Tabel.

3.3. Analisis Indikator NASA-TLX

Skor WWL merupakan skor akhir yang merupakan nilai dari beban kerja untuk mengetahui beban kerja yang diterima oleh Instruktur Pilot masuk ke dalam kategori apa. Ringkasan hasil perhitungan Metode NASA-TLX dapat dilihat pada Tabel 17 dan Tabel 18.

Tabel 17. Ringkasan hasil perhitungan NASA-TLX untuk Instruktur Pilot

<i>No. Rank</i>	<i>Rank of Indicator</i>	<i>Rata-rata Nilai Produk</i>
1	Tuntutan Mental	317,50
2	Tuntutan Fisik	47,28
3	Tuntutan Waktu	185,00
4	Kinerja	308,75
5	Usaha	285,00
6	Frustasi	141,11
Total Rata-rata Nilai Produk		1296,25
Skor WWL (Total Nilai Produk/15)		86,42
Kategori Beban Kerja		Sangat Tinggi

Tabel 18. Ringkasan hasil perhitungan NASA-TLX untuk Pilot

<i>No. Rank</i>	<i>Rank of Indicator</i>	<i>Rata-rata Nilai Produk</i>
1	Tuntutan Mental	306,56
2	Tuntutan Fisik	108,44
3	Tuntutan Waktu	134,06
4	Kinerja	250,31
5	Usaha	324,06
6	Frustasi	82,81
Total Rata-rata Nilai Produk		1206,24
Skor WWL (Total Nilai Produk/15)		80,42
Kategori Beban Kerja		Sangat Tinggi

Berdasarkan Tabel 17 dan Tabel 18. diatas dapat dilihat bahwasanya peran sebagai Instruktur Pilot memiliki skor WWL sebesar 86,42 dan skor WWL sebagai Pilot sebesar 80,42. Angka tersebut termasuk dalam kategori beban kerja yang “Sangat Tinggi”. Hal ini menunjukkan bahwa dalam profesi sebagai Instruktur Pilot dan asisten Pilot ketika dalam penerbangan membuat para crew pesawat menerima beban kerja mental yang sangat tinggi

Munculnya kategori beban kerja yang sangat tinggi tersebut dapat berasal dari berbagai faktor yang dirasakan oleh sebagian besar responden, hal itu dapat dianalisis dari setiap indikator NASA-TLX yang akan dijabarkan pada subbab berikut.

3.3.1. *Tuntutan mental*

Munculnya tuntutan mental yang tinggi tersebut berasal dari exercise yang dilakukan saat penerbangan seperti manuver, pattern, maupun aerobatik hal tersebut dirasakan dan dilakukan baik bagi Instruktur Pilot maupun Pilot. Berdasarkan Tabel 17 dengan nilai rata-rata sebesar 317,50. Indikator tuntutan mental menjadi urutan tertinggi yang dirasakan oleh Instruktur Pilot dan menjadi urutan kedua yang dirasakan oleh Pilot dengan nilai rata-rata indikator sebesar 306,56. Hal ini menunjukkan bahwa profesi sebagai Instruktur Pilot pesawat terbang membutuhkan aktivitas mental dan perseptual yang besar dalam konsentrasi, mengingat, dan melihat.

Maka dapat disimpulkan bahwa profesi sebagai Instruktur Pilot memiliki tuntutan mental yang sangat tinggi untuk dapat menjalankan tugasnya menerbangkan pesawat. Besarnya nilai indikator ternyata tidak hanya diperoleh dari aktivitas profesinya, melainkan faktor eksternal dan faktor internal juga dapat mempengaruhi tingginya tuntutan mental seorang Instruktur Pilot ketika di udara baik sebagai Instruktur Pilot maupun Pilot.

3.3.2. *Tuntutan fisik*

Berdasarkan Tabel 17 dengan nilai rata-rata sebesar 47,28. Indikator tuntutan mental menjadi urutan tertinggi yang dirasakan oleh Instruktur Pilot dan menjadi urutan kedua yang dirasakan oleh Pilot dengan nilai rata-rata indikator sebesar 108,44. Artinya, dalam setiap penerbangan sebagai Instruktur Pilot, memerlukan aktivitas fisik yang cukup tinggi untuk dapat menerbangkan ataupun mengontrol pesawat ketika di udara. Hal ini dapat dianalisis berdasarkan wawancara terstruktur oleh expert salah satu Instruktur Pilot. Hampir semua pesawat menggunakan sistem hidrolik dan pneumatic sehingga dapat membantu dalam mengontrol sebuah pesawat.

Namun, hal tersebut bukan berarti Instruktur Pilot maupun pilot tidak merasakan tuntutan fisik, ketika diudara para crew dituntut untuk siap dalam setiap kondisi dan situasi, khusus nya para Instruktur dan juga Pilot di Skadik 101, penerbangan dengan banyak manuver dan juga pattern membuat Instruktur dan Pilot harus selalu tahan dengan tekanan udara ketika bermanuver agar tidak mengalami hipoksia. Oleh karena itu baik Instruktur maupun Pilot selalu berolahraga dan cek kesehatan untuk menjaga fisiknya selalu dalam kondisi prima.

3.3.3. *Kinerja*

Bagi seorang penerbang seperti Instruktur maupun Pilot, Kinerja menjadi indikator tertinggi ketiga setelah tuntutan mental dan usaha nilai rata-rata indikatornya sebesar 308,75 yang tergolong lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata dari Pilot 250,31. Perolehan skor yang lebih tinggi didapatkan Instruktur daripada Pilot dikarenakan Instruktur harus memastikan Pilot tetap dalam prosedur penerbangan dan juga memastikan kesiapan Pilot dalam menjalankan misi dan memahami Pattern. Munculnya kinerja yang tinggi berkaitan dengan target tertentu maupun performansi dalam suatu misi, hal tersebut selaras dengan silabus yang harus diikuti.

3.3.4. *Usaha*

Setiap menjalankan misi atau selama penerbangan, seorang penerbang seperti Instruktur maupun Pilot, memiliki usaha yang sangat tinggi ketika diudara oleh sebab itu usaha menjadi indikator tertinggi kedua setelah tuntutan mental nilai rata-rata indikatornya sebesar 285,00 yang tergolong lebih rendah dibandingkan nilai rata-rata dari Pilot yakni sebesar 324,06. Perolehan skor indikator yang seperti itu dapat terjadi dikarenakan Pilot lebih dituntut untuk bisa memahami dan menguasai penerbangan dibandingkan Instruktur yang mengawasi, membantu dan memastikan penerbangan agar tetap sesuai prosedur. Berdasarkan hasil wawancara terstruktur yang dilakukan, tingkat usaha dalam menerbangkan pesawat sangat erat kaitannya dengan kondisi fisik, kondisi kesehatan, maupun psikis. Hal tersebut berarti semakin baik kondisi fisik, kondisi kesehatan, maupun psikis seorang Instruktur dan Pilot.

3.3.5. Frustrasi

Indikator frustrasi merupakan indikator untuk mengetahui tingkat cemas dan stress. Nilai rata-rata indikator oleh Instruktur Pilot yakni sebesar 141,11 jauh lebih besar dibanding nilai rata-rata yang dimiliki Pilot yakni sebesar 82,81. Menurut pendapat salah satu Instruktur saat wawancara terstruktur, tingkat frustrasi yang dialami ketika dalam penerbangan ialah ketika terjadi *emergency*. Berdasarkan pengalaman dari salah satu Instruktur Pilot, setiap instruktur pasti pernah mengalami kejadian *emergency* seperti ketika penerbangan berlangsung terdapat awan tebal dan padat yang mengepung pesawat sehingga pesawat sulit di kontrol dan terasa terombang-ambing di udara. Kesalahan kecil ketika bertindak ataupun memutuskan dapat menyebabkan situasi *emergency*, pada momen tersebut tentu sangat menimbulkan rasa cemas, khawatir dan juga stress saat di udara. Namun untuk seorang Instruktur Pilot hal tersebut sangat penting untuk adaptasi dan self control dan kecepatan dalam bertindak.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil dari perhitungan NASA-TLX menyatakan bahwa beban kerja mental yang dialami oleh Instruktur Pilot dan Pilot selama menerbangkan pesawat tergolong “Sangat Tinggi” dengan skor yang diperoleh oleh Instruktur Pilot sebesar 86,42 dan skor beban kerja mental yang diperoleh Pilot sebesar 80,42. Tingginya beban kerja mental yang dialami oleh Instruktur Pilot didominasi oleh tingginya Kinerja yang besar selama menerbangkan pesawat dengan perolehan nilai rata-rata produknya sebesar 308,72, sedangkan tingginya beban kerja mental yang dialami Pilot didominasi oleh tingginya aktivitas Usaha yang tinggi selama pelatihan penerbangan pada saat diudara dengan perolehan nilai rata-rata produknya sebesar 324,06. Hasil perbandingan setiap indikator antara Instruktur Pilot dan Pilot menunjukkan hasil bahwa Instruktur Pilot memiliki beban kerja mental yang lebih tinggi dibandingkan dengan Pilot. Hal ini ini dapat disimpulkan berdasarkan tabel 4.12 dimana Skor WWL Instruktur Pilot sebesar 86,42 sedangkan untuk Pilot memiliki Skor WWL sebesar 80,42. Dari pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa untuk menjadi seorang Instruktur Pilot tidak hanya memerlukan bakat dan usaha, tapi juga memerlukan mental yang besar.

Ucapan Terima Kasih

Terima Kasih kepada Pihak Lanud Adisutjipto dan Komandan SKADIK 101, beserta staff dan personel yang telah membantu peneliti dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] R. Departemen Pertahanan, *Buku Putih Pertahanan Indonesia*. 2008.
- [2] A. D. Saputra, S. Priyanto, I. Muthohar, and M. Bhinnety, “Analisis Beban Kerja Mental Pilot Dalam Pelaksanaan Operasional Penerbangan Dengan Menggunakan Metode Subjective Workload Assessment Technique (Swat),” *Warta Penelitian Perhubungan*, vol. 27, no. 3, 2019, doi: 10.25104/warlit.v27i3.783.
- [3] H. (Hanissa) Okitasari and D. (Darminto) Pujotomo, “Analisis Beban Kerja Mental Dengan Metode Nasa Tlx Pada Divisi Distribusi Produk PT. Paragon Technology and Innovation,” *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 5, no. 3, 2016.
- [4] Civil Aviation Safety Regulation Part 61, “Licensing Of Pilots And Flight Instructors,” *Certification and Operating Requirements: Domestic, Flag, and Supplemental Air Carriers*, vol. Amdt 12, 2017.
- [5] Republic of Indonesia Ministry of Transportation, “Civil Aviation Safety Regulation (CASR) 141,” *Certification and Operating Requirements for Pilot Schools*, vol. Amdt 12, 2017.
- [6] S. G. Hart and L. E. Staveland, “Development of NASA-TLX,” *Human Mental Workload. Advances in Psychology*, no. 52, 1988.
- [7] M. Arasyandi and A. Bakhtiar, “Analisa beban kerja mental dengan metode NASA TLX pada operator kargo di PT. Dharma Bandar Mandala (PT. DBM),” *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 5, no. 4, 2016.
- [8] D. Diniaty, “Analisis Beban Kerja Mental Operator Lantai Produksi Pabrik Kelapa Sawit dengan Metode NASA-TLX di PT. Bina Pratama Sakato Jaya, Dharmasraya,” *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, vol. 4, no. 1, 2018, doi: 10.24014/jti.v4i1.5880.
- [9] A. Yuniarti and C. S. Pramudyo, “Analisis Beban Kerja Mental NASA-TLX Karyawan Produksi,” *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri. Departemen Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada*, vol. 3, no. 1, 2021.
- [10] S. W. Bell et al., “The National Aeronautics and Space Administration-task load index: NASA-TLX: evaluation of its use in surgery,” *ANZ J Surg*, vol. 92, no. 11, 2022, doi: 10.1111/ans.17830.
- [11] M. (FOI) Castor et al., “Final Report for GARTEUR Flight Mechanics Action Group FM AG13 GARTEUR Handbook of Mental Workload Measurement,” 2003.
- [12] W. Widiasih and H. Nuha, “Pengukuran Beban Kerja Mental Karyawan Dengan Kuisisioner NASA TLX (Studi Kasus: Universitas ABC),” *Jurnal Teknik Industri*, 2018.

- [13] J. D. BOYLING, “ A review of: ‘ Human Mental Workload ’, edited by P. A. HANCOCK and N. MESHKATI, Elsevier Science Publishers b.v., PO Box 103, 1000 AC Amsterdam, NL (1988), pp. xvi + 382, US \$100-00, ISBN 0 444 70388 8 ,” *Ergonomics*, vol. 32, no. 8, 1989, doi: 10.1080/00140138908966865.
- [14] O. C. T. Hartati, L. D. Fathimahhayati, and S. Gunawan, “Analisis Pengaruh Beban Kerja terhadap Produktivitas Karyawan Plywood dengan Metode Konsumsi Energi dan NASA-TLX,” *ARIKA - Jurnal Teknik Industri*, vol. 16, no. 2, 2022.
- [15] Usmadi, “Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas Dan Uji Normalitas),” *Inovasi Pendidikan*, vol. 7, no. 1, pp. 50–62, Mar. 2020.