

HUBUNGAN ANTARA BEBAN KERJA DENGAN KELELAHAN KERJA PADA PETUGAS *AIR TRAFFIC CONTROLLER* (ATC) DI BANDARA INTERNASIONAL ADI SOEMARMO

Riawan Prayogo; Muchlison Anis

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Abstrak

Bandara Internasional Adi Soemarmo merupakan bandara yang melayani penerbangan sipil dan militer (TNI). Jumlah *traffic* di Bandara Adi Soemarmo mengalami peningkatan, selain diakibatkan penerbangan sipil, meningkatnya jumlah *traffic* juga disebabkan banyaknya kegiatan latihan penerbangan TNI. Hal ini menyebabkan beban kerja ATC semakin meningkat akibat harus melayani banyak penerbangan. Peningkatan beban kerja dapat menyebabkan terjadinya kelelahan fisik dan mental ATC yang berakibat terjadinya *human error*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keterkaitan antara beban kerja dengan kelelahan pada petugas ATC. Pengukuran beban kerja dan kelelahan dilakukan dengan membagi kuesioner NASA-TLX dan SSRT setiap *shift* kerja. Jumlah sampel yang digunakan adalah seluruh responden setiap *shift* kerja yang berjumlah 7 orang. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata beban kerja ATC pada *shift* pagi kategori sangat tinggi, *shift* siang kategori sangat tinggi, dan *shift* malam kategori tinggi. Dan rata-rata kelelahan ATC pada *shift* pagi kategori rendah, *shift* siang kategori rendah, dan *shift* malam kategori rendah. Berdasarkan uji statistik korelasi menunjukkan tidak ada hubungan signifikan antara beban kerja dengan kelelahan pada petugas ATC baik dari *shift* pagi (*p-value* 0,721), siang (*p-value* 0,352), dan malam (*p-value* 0,374).

Kata kunci : ATC, beban kerja, kelelahan kerja, NASA-TLX, SSRT

Abstract

Adi Soemarmo International Airport serves both civilian and military (TNI) flights. The amount of traffic at Adi Soemarmo Airport has increased, apart from being caused by civil aviation, the increasing amount of traffic is also due to the many TNI flight training activities. This causes the ATC workload to increase due to having to serve many flights. Increased workload can cause physical and mental fatigue of ATC which results in human error. This study aims to determine the relationship between workload and fatigue in ATC officers. Measurement of workload and fatigue was carried out by distributing NASA-TLX and SSRT questionnaires every work shift. The number of samples used was all respondents of each work shift totalling 7 people. The results showed that the average ATC workload in the morning shift was very high, the afternoon shift was very high, and the night shift was high. And the average ATC fatigue in the morning shift is low category, day shift is low category, and night shift is low category. Based on the correlation statistical test, there was no significant relationship between workload and fatigue in ATC officers from both morning (*p-value* 0.721), afternoon (*p-value* 0.352), and night shifts (*p-value* 0.374).

Keywords : ATC, workload, fatigue, NASA-TLX, SSRT.

1. PENDAHULUAN

Sektor transportasi udara di Indonesia telah mengalami pertumbuhan yang signifikan karena perkembangan ekonomi dan peningkatan mobilitas. Masyarakat lebih memilih pesawat terbang karena keunggulannya, seperti waktu tempuh yang lebih singkat dan kenyamanan yang lebih baik (Senjaya et al. 2020). Selain alasan kecepatan, faktor keselamatan dan keamanan harus menjadi pertimbangan utama bagi penumpang dalam menentukan transportasi (Lalu et al., 2020). Berdasarkan data Komite Nasional Keselamatan Transportasi, (2023), Indonesia mengalami 317 kasus kecelakaan pesawat dalam satu dekade terakhir, dengan 533 korban tewas yang berhasil dievakuasi. Menurut Susanto et al., (2021) penyebab utama kecelakaan pesawat adalah terjadinya kesalahan teknis dan pengaturan lalu lintas udara. Oleh karena itu, salah satu bagian penting dalam memastikan kelancaran aktivitas penerbangan, adalah *Air Traffic Controller* (Ahmad dan Wiwi, 2019).

Air Traffic Controller (ATC) adalah seorang profesional yang bertanggung jawab dalam memastikan lalu lintas udara dapat berjalan aman dan efisien dalam wilayah tertentu (Noskievič & Kraus, 2017). ATC bertanggung jawab memberikan petunjuk kepada pilot tentang jalur penerbangan, ketinggian, dan kecepatan serta mengawasi pergerakan pesawat di sekitar bandara dan selama penerbangan (Gijón et al., 2023). Karena harus memandu ratusan hingga ribuan pesawat yang membawa ribuan hingga jutaan orang setiap hari, maka ATC dituntut untuk sangat teliti dalam bekerja (Puspitasari & Kustanti, 2020). Situasi tuntutan pekerjaan yang kompleks, serta perubahan aktivitas dan strategi dalam mengatur lalu lintas udara yang cepat menyebabkan tugas ATC menjadi sangat sulit. Hal ini tentunya dapat memicu munculnya beban kerja tinggi bagi petugas ATC (Radüntz et al., 2020).

Menurut Hakiim et al., (2018) beban kerja adalah tindakan mengarahkan seluruh usaha dalam memenuhi tuntutan pekerjaan yang diberikan. Beban kerja yang tinggi dapat menjadi salah satu penyebab terjadinya kelelahan kerja ATC (Bongo & Seva, 2022). Menurut Saito (Fitri et al., 2019) kelelahan merupakan penurunan fungsi fisik dan mental yang menyebabkan rendahnya semangat kerja, sehingga mengakibatkan penurunan kinerja. Penurunan kinerja oleh ATC dapat berpotensi mengakibatkan banyak kesalahan kontrol atau *human error* (Useche et al., 2019). Salah satu kejadian di Indonesia yaitu terjadinya tabrakan antara pesawat Batik Air dengan ATR-72

TransNusa di Halim Perdanakusuma diduga akibat buruknya koordinasi kedua menara ATC (Chairunnisa, 2019). Hal ini menunjukkan pentingnya menjaga kesehatan dan keselamatan bagi petugas ATC (Saleh et al., 2018).

Salah satu bandara internasional di pulau jawa yaitu Bandara Internasional Adi Soemarmo, bandara tersebut melayani penerbangan seperti penerbangan militer, sekolah penerbangan, penerbangan carter, dan juga kegiatan penerbangan presiden. Sistem kerja ATC di Tower PLLU Adi Soemarmo bekerja secara bergantian (*shift*) yaitu *shift* pagi, siang, dan malam. Menurut *supervisor* (SPV) Tower PLLU Adi Soemarmo permasalahan utama seorang ATC adalah dalam menghadapi banyaknya pergerakan pesawat yang harus dilayani, dimana baik *take off* dan *landing* pesawat di bandara merupakan suatu pergerakan. Menurut Perum LPPNPI, klasifikasi jumlah pergerakan pesawat yang dilayani ATC terbagi ke dalam beberapa tingkatan seperti yang terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi pelayanan ATC berdasarkan jumlah pergerakan pesawat

Klasifikasi Pelayanan	Jumlah Pergerakan
High	>100.001 mov/year, atau rata-rata >274 mov/day
Medium	36.501 – 100.000 mov/year, atau rata-rata 101 – 274 mov/day
Low	3.651 – 36.500 mov/year, atau rata-rata 11 – 100 mov/day
Very low	1.200 – 3.650 mov/year, atau rata-rata 4 -10 mov/day
Extremely Low	<1.200 mov/year, atau rata-rata kurang dari 10 mov/day

Sumber: (AirNav, 2022)

Sedangkan dalam keadaan normal ATC di Bandara Adi Soemarmo mampu melayani pergerakan pesawat sebanyak 15 - 30 *traffic* setiap hari, baik hari biasa maupun *pick season* seperti kegiatan haji, hari raya, dan tahun baru. Berdasarkan klasifikasi pada tabel 1, menunjukkan jumlah pergerakan tersebut dalam klasifikasi *low*. Namun jumlah *traffic* tersebut dapat meningkat saat terjadi *training* penerbangan pesawat Grob dengan rata-rata *traffic* sebanyak 100 – 160 *traffic*/hari. Jika peningkatan *traffic* tersebut diklasifikasikan berdasar tabel 1, tentunya berada dalam klasifikasi *medium*. Menurut karya-karya sebelumnya menunjukkan bahwa jumlah *traffic* pesawat sebagai indikator secara obyektif dalam penentuan beban kerja ATC (Bongo & Seva, 2022). Sehingga perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut apakah jumlah *traffic* pesawat dalam kategori *medium* menyebabkan beban kerja suatu ATC menjadi tinggi.

Selain itu menurut PM No. 65 tahun 2017 tentang peraturan keselamatan penerbangan sipil (PKPS) bahwa pelayanan ATC pada ruang udara terbagi menjadi tiga bagian *Aerodrome Control Tower* (ADC) yang bertugas mengatur pesawat saat *take off* dan *landing* di bandar udara, *Approach Control* (APP) bertugas menghubungkan pesawat dari tower ke ACC atau sebaliknya, dan *Area Control Center* (ACC) yang bertugas melayani pesawat diruang jelajah, di Indonesia wilayah ACC terbagi dua yaitu ACC Makassar dan ACC Jakarta. Sedangkan di PLLU Adi Soemarmo untuk unit ADC dan APP tergabung menjadi satu unit dengan satu pemandu melayani ADC dan APP. Jika *traffic* dalam keadaan rendah mungkin sistem ini dapat berjalan dengan baik, namun saat *traffic* padat tentunya akan memberikan beban kerja seorang ATC bertambah.

Sedangkan menurut salah *supervisor* ATC bahwa adanya peningkatan *traffic* juga menyebabkan terjadinya penurunan kondisi tubuh atau kelelahan seperti pikiran kacau atau pikiran tidak tenang karena harus berpikir cepat dan tepat dalam pengambilan keputusan. Menurut Chang et. Al., 2019 (Bongo & Seva, 2022) bahwa beban kerja tinggi dapat menyebabkan terjadinya kelelahan yang berdampak timbulnya kesalahan manusia saat bekerja. Hal ini juga sejalan dengan Russeng et al., (2021) menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan antara beban kerja dengan kelelahan kerja yang terjadi pada petugas ATC di Bandara Sultan Hasanuddin.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan pengukuran beban kerja dan kelelahan kerja untuk mengidentifikasi kondisi dan keterkaitan antara beban kerja dan kelelahan kerja yang dialami petugas ATC di Bandara Adi Soemarmo. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur beban kerja adalah *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index* (NASA-TLX). NASA TLX adalah metode untuk mengukur beban kerja secara subjektif melalui enam dimensi yaitu *mental demand*, *physical demand*, *temporal demand*, *performance*, *effort*, dan *frustration level*. Sedangkan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur tingkat kelelahan ATC adalah *Subjective Self Rating Test* (SSRT). Metode SSRT adalah metode subjektif yang digunakan untuk mengukur kelelahan melalui tiga aspek yaitu pelemahan kegiatan, pelemahan motivasi, dan pelemahan fisik.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di Tower PLLU Adi Soemarmo yang berlokasi di Ngemplak, Boyolali, Provinsi Jawa Tengah. Subyek dalam penelitian ini adalah petugas *Air Traffic Controller* (ATC). Penelitian ini menggunakan pendekatan *cross-sectional*, yaitu menekankan waktu pengukuran untuk kedua variabel dependen dan independen sekaligus dalam waktu yang sama. Populasi dalam penelitian ini berjumlah 21 responden dari setiap *shift* kerja (pagi, siang, dan malam) terdiri dari 7 responden. Teknik pengambilan sampel penelitian menggunakan teknik *total sampling* yaitu metode pengumpulan jumlah sampel sama dengan jumlah populasi. Menurut Sugiyono (Putri et al., 2021) jumlah populasi yang kurang dari 30 orang, maka digunakanlah pengambilan sampel lengkap untuk semua sampel penelitian. Sehingga jumlah sampel berjumlah 21 responden dengan setiap *shift* kerja terdiri dari 7 responden.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu observasi, wawancara, studi literatur, dan penyebaran kuesioner NASA-TLX dan SSRT terhadap setiap *shift* kerja. Kuesioner NASA-TLX merupakan suatu instrumen yang digunakan untuk mengukur beban kerja seseorang secara subyektif. Kuesioner NASA-TLX terdiri dari enam dimensi penilaian yaitu *mental demand* (MD), *physical demand* (PD), *temporal demand* (TD), *performance* (P), *effort* (E), dan *frustration level* (F). Kuesioner tersebut terdiri dari dua bagian yaitu tahap pembobotan dengan memilih salah satu indikator yang dianggap lebih dominan serta tahap penilaian menentukan rating dari 1-100 pada keenam indikator beban kerja. Dan berikut merupakan langkah-langkah pengolahan data NASA-TLX.

2.1 Menghitung Nilai Produk

Nilai produk merupakan hasil perkalian antara pembobotan setiap indikator dengan nilai *rating* setiap indikator.

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

2.2 Menghitung Weight Workload (WWL)

Diperoleh dari hasil penjumlahan keenam nilai produk dari setiap indikator.

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

2.3 Menghitung Rata-rata WWL

Diperoleh dari nilai WWL yang dibagi dengan jumlah bobot total (jumlah *tally*).

$$\text{Rata - rata WWL} = \frac{\text{WWL}}{15} \quad (3)$$

2.4 Interpretasi Skor

Tahap selanjutnya mengelompokkan nilai beban kerja tersebut sesuai tingkatannya dan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kategori Beban Kerja

Interval Nilai WWL	Kategori
0 – 20	Sangat Rendah
21 – 40	Rendah
41 – 60	Sedang
61 – 80	Tinggi
81 – 100	Sangat Tinggi

Sumber : (Saputra & Herwanto, 2023)

Sedangkan kuesioner SSRT merupakan suatu instrumen untuk mengukur tingkat kelelahan seseorang secara subyektif. Kuesioner SSRT terdiri dari 3 aspek penilaian yaitu pelemahan kegiatan, pelemahan motivasi, dan pelemahan fisik. berdasarkan tiga aspek penilaian tersebut terdapat 10 jenis pernyataan. Penilaian menggunakan 4 skala *likert* (skor-1 menunjukkan tidak pernah merasakan, skor-2 menunjukkan terkadang merasakan, skor-3 menunjukkan sering merasakan, skor-4 menunjukkan sering merasakan). Dan berikut merupakan langkah-langkah pengolahan data SSRT.

2.4.1 Menghitung total skor

Berdasarkan dari skor masing-masing indikator dijumlah secara keseluruhan untuk menghasilkan skor akhir.

$$\text{Skor Akhir Fisik} = \sum \text{Skor Pelemahan kegiatan} + \text{Skor Pelemahan Motivasi} + \text{Skor Pelemahan Fisik} \quad (4)$$

2.4.2 Klasifikasi kategori skor akhir

Hasil dari akumulasi skor akhir dapat dikategorikan sesuai dengan kategori kelelahan kerja berdasarkan tabel 3.

Tabel 3. Interpretasi Tingkat Kelelahan Kerja

Skor Akhir	Kategori Tingkat Kelelahan	Tindakan Perbaikan
30 - 52	Rendah	Belum diperlukan
53 - 75	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan dikemudian hari

76 - 98	Tinggi	Perlu dilakukan segera
99 - 120	Sangat Tinggi	Perlu dilakukan tindakan menyeluruh segera mungkin

Sumber : (Putrisani et al., 2023)

Setelah didapat nilai akhir dari setiap variabel, tahap selanjutnya melakukan uji korelasi untuk mengetahui hubungan kedua variabel. Uji korelasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *rank spearman*, karena data yang dihasilkan berupa data ordinal. Dalam penelitian ini menggunakan taraf signifikan sebesar 0,05 dengan ketentuan apabila nilai *p-value* > 0,05 artinya tidak terdapat hubungan serta jika nilai *p-value* < 0,05 artinya terdapat hubungan. Selain itu pada uji korelasi *rank spearman* dihasilkan nilai koefisien korelasi yang dapat digunakan untuk mengetahui arah hubungan berdasar nilai tersebut positif atau negatif serta tingkat hubungan.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengumpulan Data

3.1.1. Hasil pengumpulan data kuesioner NASA-TLX

Berikut merupakan hasil pengumpulan data NASA-TLX terhadap petugas ATC yang bekerja pada tiga shift berbeda dan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi kuesioner NASA-TLX

Nama	Shift	Pembobotan						Total	Rating					
		K M	K F	K W	T P	T F	U		K M	K F	K W	P	T F	U
ATC1	Pagi	4	2	3	1	0	5	15	80	70	80	70	30	80
ATC2	Pagi	4	0	4	2	3	2	15	100	70	90	70	90	90
ATC3	Pagi	3	1	3	3	1	4	15	80	60	80	80	60	90
ATC4	Pagi	4	1	0	4	3	3	15	90	80	80	90	80	80
ATC5	Pagi	5	1	4	3	0	2	15	80	75	80	80	70	80

ATC6	Pagi	5	2	0	1	3	4	15	100	85	80	80	85	90
ATC7	Pagi	4	1	0	3	2	5	15	85	70	80	80	50	90
ATC8	Siang	4	2	2	1	1	5	15	80	70	70	70	40	80
ATC9	Siang	4	1	1	3	2	4	15	90	60	60	60	70	90
ATC1 0	Siang	5	2	2	2	0	4	15	100	80	80	80	60	90
ATC1 1	Siang	4	2	0	3	1	5	15	100	70	70	70	50	100
ATC1 2	Siang	4	1	3	0	4	3	15	85	70	80	80	60	80
ATC1 3	Siang	5	1	0	3	2	4	15	90	65	65	65	70	90
ATC1 4	Siang	3	4	2	3	1	2	15	80	80	70	70	50	70
ATC1 5	Malam	3	1	3	4	0	4	15	75	60	85	85	40	65
ATC1 6	Malam	4	3	2	0	1	5	15	85	75	70	70	50	85
ATC1 7	Malam	5	4	2	2	0	2	15	90	75	70	70	65	85
ATC1 8	Malam	5	2	4	0	1	3	15	100	70	70	70	65	90
ATC1 9	Malam	3	1	2	4	0	5	15	80	70	70	70	30	70
ATC2 0	Malam	5	1	1	2	2	4	15	85	70	70	70	80	85
ATC2 1	Malam	2	3	2	3	0	5	15	90	90	50	50	50	80

3.1.2. Hasil Pengumpulan data kuesioner SSRT

Berikut merupakan hasil pengumpulan data SSRT terhadap petugas ATC yang bekerja pada tiga *shift* berbeda dan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi kuesioner SSRT

Nama	Shift	Dimensi		
		Pelemahan Kegiatan	Pelemahan Motivasi	Pelemahan Fisik
ATC1	Pagi	18	14	14
ATC2	Pagi	20	21	16
ATC3	Pagi	14	12	14
ATC4	Pagi	17	20	16
ATC5	Pagi	22	20	18
ATC6	Pagi	15	14	13
ATC7	Pagi	22	20	20
ATC8	Siang	19	18	17
ATC9	Siang	15	12	14
ATC10	Siang	17	18	18
ATC11	Siang	15	15	12
ATC12	Siang	17	18	19
ATC13	Siang	13	15	11
ATC14	Siang	15	10	13
ATC15	Malam	22	16	18
ATC16	Malam	20	18	16
ATC17	Malam	24	15	16
ATC18	Malam	22	17	14
ATC19	Malam	17	15	14
ATC20	Malam	22	19	14
ATC21	Malam	13	14	11

3.2 Hasil Pengolahan Data

3.2.1. Hasil pengolahan data kuesioner NASA-TLX

Berikut merupakan hasil pengolahan data NASA-TLX terhadap petugas ATC yang bekerja pada tiga *shift* berbeda dan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pengolahan Data Kuesioner NASA-TLX

Nama	Shift	Dimensi						Total	Average WWL	Kategori
		KM	KF	KW	P	TF	U			
ATC1	Pagi	320	140	240	70	0	400	1170	78	Tinggi
ATC2	Pagi	400	0	360	140	270	180	1350	90	Sangat Tinggi
ATC3	Pagi	240	60	240	240	60	360	1200	80	Sangat Tinggi
ATC4	Pagi	360	80	0	360	240	240	1280	85	Sangat Tinggi
ATC5	Pagi	400	75	320	240	0	160	1195	80	Sangat Tinggi
ATC6	Pagi	500	170	0	80	255	360	1365	91	Sangat Tinggi
ATC7	Pagi	340	70	0	240	100	450	1200	80	Sangat Tinggi
ATC8	Siang	320	140	140	60	40	400	1100	73	Tinggi
ATC9	Siang	360	60	60	240	140	360	1220	81	Sangat Tinggi
ATC10	Siang	500	160	160	160	0	360	1340	89	Sangat Tinggi
ATC11	Siang	400	140	0	210	50	500	1300	87	Sangat Tinggi
ATC12	Siang	340	70	240	0	240	240	1130	75	Tinggi
ATC13	Siang	450	65	0	240	140	360	1255	84	Sangat Tinggi
ATC14	Siang	240	320	140	240	50	140	1130	75	Tinggi
ATC15	Malam	225	60	255	340	0	260	1140	76	Tinggi
ATC16	Malam	340	225	140	0	50	425	1180	79	Tinggi
ATC17	Malam	450	300	140	160	0	170	1220	81	Sangat Tinggi
ATC18	Malam	500	140	280	0	65	270	1255	84	Sangat Tinggi
ATC19	Malam	240	70	140	320	0	350	1120	75	Tinggi

ATC20	Malam	425	70	70	140	160	340	1205	80	Sangat Tinggi
ATC21	Malam	180	270	100	240	0	400	1190	79	Tinggi

3.2.2. Hasil pengolahan data kuesioner SSRT

Berikut merupakan hasil pengolahan data SSRT terhadap petugas ATC yang bekerja pada tiga *shift* berbeda dan dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Pengolahan Data Kuesioner NASA-TLX

Nama	Shift	Dimensi			Skor	Kategori
		Pelemahan Kegiatan	Pelemahan Motivasi	Pelemahan Fisik		
ATC1	Pagi	18	14	14	46	Rendah
ATC2	Pagi	20	21	16	57	Sedang
ATC3	Pagi	14	12	14	40	Rendah
ATC4	Pagi	17	20	16	53	Sedang
ATC5	Pagi	22	20	18	60	Sedang
ATC6	Pagi	15	14	13	42	Rendah
ATC7	Pagi	22	20	20	62	Sedang
ATC8	Siang	19	18	17	54	Sedang
ATC9	Siang	15	12	14	41	Rendah
ATC10	Siang	17	18	18	53	Sedang
ATC11	Siang	15	15	12	42	Rendah
ATC12	Siang	17	19	18	54	Sedang
ATC13	Siang	13	15	11	39	Rendah
ATC14	Siang	15	10	13	38	Rendah
ATC15	Malam	22	16	18	56	Sedang
ATC16	Malam	20	18	16	54	Sedang
ATC17	Malam	24	15	16	55	Sedang
ATC18	Malam	22	17	14	53	Sedang
ATC19	Malam	17	15	14	46	Rendah
ATC20	Malam	22	19	14	55	Sedang
ATC21	Malam	13	14	11	38	Rendah

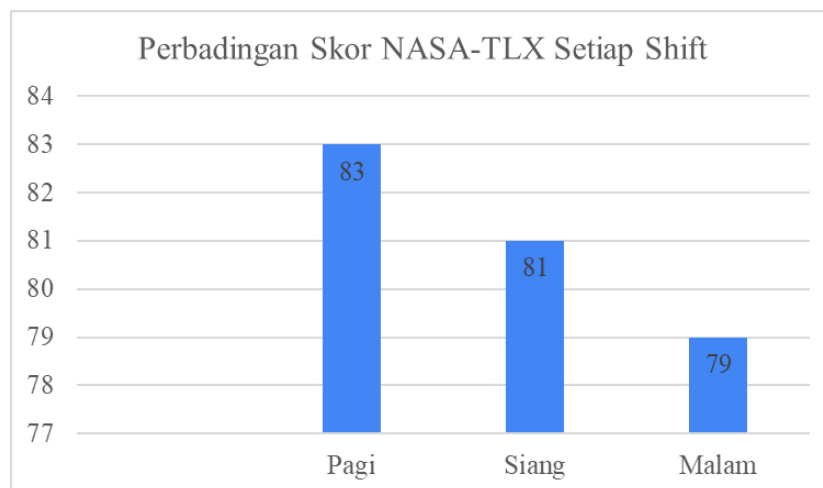
3.3 Perbandingan Hasil Penelitian

3.3.1 Perbandingan kategori beban kerja berdasar *shift* kerja

Berikut merupakan perbandingan kategori beban kerja petugas ATC berdasarkan *shift* kerja dan dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Frekuensi Beban Kerja Setiap *Shift*

Kategori	Shift Pagi		Shift Siang		Shift Malam	
	F	P (%)	F	P (%)	F	(%)
Sangat Tinggi	6	85,7	4	57,1	3	42,9
Tinggi	1	14,3	3	42,9	4	57,1
Sedang	0	0	0	0	0	0
Rendah	0	0	0	0	0	0
Sangat Rendah	0	0	0	0	0	0



Gambar 1. Grafik Perbandingan Skor SSRT Setiap *Shift*

Pada tabel 8. terlihat petugas ATC yang bekerja pada *shift* pagi memiliki beban kerja dengan kategori Sangat Tinggi (ST) dan Tinggi (T), sebanyak 6 responden (85,7%) memiliki beban kerja dengan kategori sangat tinggi dan 1 responden dengan kategori tinggi. Pada gambar 1. menunjukkan bahwa rata-rata skor beban kerja pada *shift* pagi yaitu 83 (Sangat Tinggi). Menurut *Supervisor* (SPV) Tower PLLU menjelaskan bahwa *shift* pagi merupakan kondisi yang sangat padat lalu lintas pesawat, karena banyak pesawat yang berangkat dan pesawat yang datang dari bandara

lain. Sehingga kompleksitas dan tanggung jawab yang diemban para ATC pada *shift* pagi sangat tinggi.

Pada *shift* siang menunjukkan sebanyak 4 responden (57,1%) menghasilkan tingkat beban kerja sangat tinggi, sementara 3 responden (42,9%) menghasilkan tingkat beban kerja tinggi. Berdasarkan gambar 1. nilai rata-rata skor akhir beban kerja pada *shift* siang yaitu 81 (Sangat Tinggi), hal ini menunjukkan bahwa kondisi pada *shift* siang hampir sama pada *shift* pagi (stabil) atau masih banyak pergerakan pesawat yang harus dilayani oleh para ATC. Oleh karena itu, intensitas dan kompleksitas kerja yang tinggi pada *shift* siang menyebabkan beban kerja yang diterima ATC dalam kondisi tinggi.

Sedangkan *shift* malam menunjukkan sebanyak 4 responden (57,1%) menghasilkan tingkat beban kerja tinggi, sementara 3 responden (42,9%) menghasilkan tingkat beban kerja sangat tinggi. Pada gambar 1. menunjukkan bahwa rata-rata skor beban kerja pada *shift* malam yaitu 79 (Tinggi), hal ini sejalan dengan penjelasan SPV Tower PLLU bahwa lalu lintas udara pada *shift* malam lebih cenderung menurun akibat operasi pesawat yang lebih sedikit. Meskipun memiliki nilai lebih rendah dibanding *shift* lain, namun masih dalam kategori tinggi. Hal ini disebabkan salah satunya tuntutan untuk selalu waspada selama 10 jam sepanjang malam untuk mengawasi lalu lintas udara dan mengatasi segala kejadian yang tidak terduga pada malam hari.

3.3.2 Perbandingan dimensi NASA-TLX berdasar *shift* kerja

Berikut merupakan perbandingan kategori beban kerja petugas ATC berdasarkan *shift* kerja dan dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Nilai Dimensi NASA-TLX Setiap *Shift*

Dimensi	Shift Pagi		Shift Siang		Shift Malam	
	F	P %	F	P%	F	P%
Kebutuhan Mental	2560	29,2	2610	30,8	2360	28,4
Kebutuhan Fisik	595	06,8	955	11,3	1135	13,7
Kebutuhan Waktu	1160	13,2	740	08,7	1125	13,5
Performansi	1370	15,6	1150	13,6	1200	14,4
Tingkat Frustrasi	925	10,6	660	07,8	275	03,3

Usaha	2150	24,5	2360	27,8	2215	26,7
-------	------	------	------	------	------	------

Berdasarkan tabel 9. terlihat perbedaan dimensi yang mempengaruhi pekerjaan petugas ATC pada *shift* pagi, siang, dan malam. Dari masing-masing *shift* kerja memiliki dimensi yang sama sebagai faktor penyebab beban kerja bagi petugas ATC, tiga dimensi utama tersebut adalah Kebutuhan Mental, Usaha, dan Performansi. Pada *shift* pagi, dimensi kebutuhan mental memiliki pengaruh sebesar 29,2 %, dimensi usaha sebesar 24,5 %, dan performansi sebesar 15,6 %. Pada *shift* siang, dimensi kebutuhan mental memiliki pengaruh 30,8 %, usaha sebesar 27, 8 %, dan performansi 13,6 %. Sedangkan pada *shift* malam, kebutuhan mental memiliki pengaruh sebesar 28, 4 %, usaha sebesar 26, 7 %, dan performansi 14,4 %.

Kebutuhan mental merupakan dimensi pertama yang memiliki pengaruh besar terhadap beban kerja ATC. Menurut SPV Tower PLLU Adi Soemarmo bahwa *shift* pagi dan siang merupakan *shift* kerja yang memiliki *traffic* pesawat padat, kondisi ini menyebabkan tekanan dan stres yang dirasakan ATC meningkat karena mereka harus mampu memproses informasi dengan cepat, membuat keputusan tepat dan tetap fokus dalam situasi yang kompleks. Sedangkan pada *shift* malam yang cenderung memiliki *traffic* pesawat lebih rendah dibanding *shift* pagi dan siang, namun mereka dituntut untuk selalu waspada dan memonitor setiap pergerakan pesawat atau mungkin terjadinya keadaan darurat, sehingga aktivitas mental dialami dapat meningkat. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Cristi & Zaini, (2019) dalam mengukur beban kerja seorang ATC dengan NASA-TLX, pada penelitian tersebut kebutuhan mental menjadi pengaruh terbesar terhadap beban kerja ATC.

Kemudian usaha merupakan dimensi yang memiliki pengaruh terbesar kedua bagi petugas ATC pada *shift* pagi, siang, dan malam. ATC membutuhkan usaha yang tinggi baik dari segi fisik dan mental dalam menjalankan tugasnya, karena mereka dituntut untuk selalu berkonsentrasi dalam mengawasi pergerakan pesawat dalam waktunya yang lama. Selain itu kondisi darurat atau adanya perubahan strategi tentunya akan menyebabkan petugas ATC untuk secepat mungkin dalam memberikan keputusannya. Beban secara fisik juga tidak lepas dari pekerjaan seorang ATC, seperti berkomunikasi dengan pilot, pengoperasian alat pemandu pesawat, serta menulis.

Menurut Krisdiana et al., (2022) apabila suatu aktivitas dilakukan dalam waktu yang lama akan menimbulkan beban kerja seseorang dan berdampak pada kelelahan.

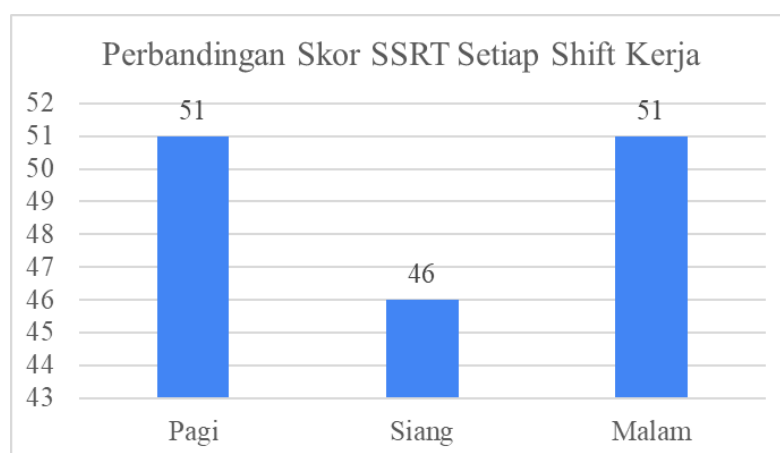
Dimensi performansi merupakan dimensi urutan ketiga yang memiliki pengaruh terhadap beban kerja petugas ATC baik pada *shift* pagi, siang, dan malam. Seorang ATC dituntut untuk selalu menjaga akurasi yang tinggi dalam mengidentifikasi pergerakan pesawat, memberikan perintah atau informasi yang jelas kepada pilot, dan memastikan keselamatan penerbangan. Jika seorang ATC bekerja dengan performa buruk tentunya akan berdampak buruk, salah satunya yaitu timbulnya kecelakaan (Fathimahhayati et al., 2018). Kondisi ini menyebabkan beban kerja seorang ATC meningkat akibat tuntutan untuk selalu bekerja dengan performa tinggi.

3.4 Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja dengan SSRT

Berikut merupakan perbandingan kategori kelelahan kerja petugas ATC berdasarkan *shift* kerja dan dapat dilihat pada tabel 10. Dan gambar 2.

Tabel 10. Perbandingan Frekuensi Kelelahan Kerja Setiap *Shift*

Kategori	Shift Pagi		Shift Siang		Shift Malam	
	F	P (%)	F	P (%)	F	(%)
Sangat Tinggi	0	0	0	0	0	0
Tinggi	0	0	0	0	0	0
Sedang	4	57,1	3	42,9	5	71,4
Rendah	3	42,9	4	57,1	2	28,6



Gambar 2. Grafik Perbandingan Skor SSRT Setiap *Shift*

Berdasarkan tabel 10. menunjukkan perbedaan tingkat kelelahan petugas ATC pada *shift* pagi, siang, dan malam. Pada petugas ATC *shift* pagi, sebanyak 4 responden (57,1 %) mengalami kelelahan tingkat sedang dan sebanyak 3 responden (42,9 %) mengalami kelelahan tingkat rendah. Sedangkan pada petugas *shift* siang terdapat sebanyak 3 responden (42,9 %) mengalami kelelahan sedang dan sebanyak 4 responden (57,1 %) mengalami kelelahan rendah. Dan pada *shift* malam, terdapat sebanyak 5 responden (71,4 %) mengalami kelelahan sedang dan sebanyak 2 responden (28,6 %) mengalami kelelahan rendah. Dalam penelitian

Berdasarkan gambar 2. rata-rata kelelahan petugas ATC di *shift* pagi berada pada nilai 51 dengan klasifikasi kelelahan rendah. Menurut penjelasan supervisor ATC bahwa waktu pagi kondisi operasional pesawat yang harus dilayani cukup banyak. Namun berdasarkan hasil penelitian kondisi hanya menyebabkan kelelahan tingkat rendah. Hal ini dapat terjadi karena kondisi tubuh petugas di pagi lebih segar akibat telah memanfaatkan waktu malam untuk memulihkan energi dan pikiran dengan cara tidur (Hasan et al., 2018). Selain itu peraturan bagi ATC untuk memandu hanya maksimal 2 jam, memberikan dampak efektif dalam mencegah terjadinya kelelahan.

Berdasarkan gambar 2. Rata-rata kelelahan petugas ATC di *shift* siang berada pada nilai 49 dengan klasifikasi kelelahan rendah. Selain terjadi pada *shift* siang, menurut supervisor ATC bahwa ATC juga banyak melayani kegiatan operasional pesawat di *shift* siang. Namun berdasarkan hasil penelitian kondisi tersebut tidak menyebabkan terjadinya kelelahan secara berlebihan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti waktu istirahat yang cukup sebelum bekerja karena selain waktu istirahat di malam hari masih terdapat beberapa waktu untuk istirahat di pagi hari. Selain itu, adanya fasilitas pendingin udara (AC) memberikan ruang kerja menjadi nyaman dan petugas ATC di siang hari tidak merasakan kepanasan. Lalu adanya faktor ATC hanya memandu maksimal 2 jam, cukup memberikan dampak efektif dalam mencegah terjadinya kelelahan.

Berdasarkan gambar 2. Rata-rata kelelahan petugas ATC pada *shift* malam berada pada nilai 51 dengan klasifikasi kelelahan rendah. Meskipun petugas ATC yang bekerja pada malam hari memiliki waktu memandu lebih lama dibanding *shift* pagi dan siang. Namun kondisi tersebut tidak menyebabkan terjadinya kelelahan berlebihan bagi petugas ATC. Hal ini dapat dipengaruhi beberapa faktor seperti jumlah kegiatan

operasional pesawat di malam hari yang lebih rendah dibanding *shift* lain, sehingga aktivitas fisik dan mental yang lebih sedikit serta penyusunan jadwal *shift* malam yang sudah bagus berdampak efektif dalam mencegah terjadinya kelelahan. Selain itu, adanya faktor ATC hanya memandu maksimal 2 jam, cukup dalam mencegah terjadinya kelelahan.

3.5 Uji statistik

Pada tahap uji korelasi dalam penelitian ini menggunakan uji korelasi *rank spearman*, berikut merupakan hasil uji korelasi *rank speaman* setiap *shift* dan dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil Korelasi Antara Beban Kerja dengan Kelelahan Kerja

Shift	Koefisien Korelasi	Nilai Signifikansi	Keterangan
Pagi	0,167	0,721	H ₀ Diterima
Siang	-0,417	0,352	H ₀ Diterima
Malam	0,400	0,374	H ₀ Diterima

Berdasarkan hasil uji statistik pada tabel 11. dapat diketahui hubungan yang terjadi antara variabel beban kerja dengan variabel kelelahan kerja pada petugas ATC setiap *shift*nya. Nilai koefisien korelasi pada *shift* pagi yaitu 0,167 dan nilai *p-value* sebesar 0,721, dimana jika *p-value* > 0,05 (taraf signifikan) artinya H₀ diterima atau tidak ada hubungan signifikan antara beban kerja dan kelelahan kerja. Pada *shift* siang memiliki nilai koefisien korelasi sebesar -0,417 dan *p-value* sebesar 0,352 jika *p-value* > 0,05 artinya H₀ diterima atau tidak ada hubungan signifikan antara beban kerja dengan kelelahan kerja. Sedangkan pada *shift* malam menghasilkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,400 dan *p-value* sebesar 0,374, dimana *p-value* > 0,05 artinya H₀ diterima atau tidak ada hubungan signifikan antara beban kerja dengan kelelahan kerja pada petugas ATC. Dari hasil uji statistik pada tabel 4.16 dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara beban kerja dengan kelelahan kerja petugas ATC pada *shift* pagi, siang, dan malam.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Triyanti et al., (2020) bahwa tidak ada bukti kuat yang menunjukkan adanya perbedaan tingkat beban kerja mental berpengaruh signifikan terhadap kelelahan ATC di Bandara X (*p-value*

0,662, *p-value*, 0,778, *p-value* 0,393). Namun jika telaah lebih lanjut, penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan beban kerja mental cenderung menyebabkan terjadinya peningkatan kelelahan, meskipun peningkatan tidak signifikan. Kondisi tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini bahwa tingginya beban kerja yang dirasakan petugas ATC di *shift* pagi, siang, dan malam seperti yang terlihat pada tabel 5. tidak memberikan dampak secara signifikan terhadap timbulnya kelelahan pada petugas ATC setiap *shift*-nya. Hal ini juga dapat dilihat dari rata-rata kelelahan yang dialami ATC dalam klasifikasi rendah. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kelelahan yang dirasakan oleh petugas ATC masih dapat diatasi atau masih keadaan terkontrol. Sehingga menurut Triyanti et al., (2020) pemberian peraturan untuk memandu maksimal 2 jam dan melakukan istirahat selama 30 – 45 menit bagi ATC, cukup memberikan dampak efektif dalam mencegah terjadinya kelelahan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Bakhshi et al., 2019) juga mendapatkan hasil yang sama bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara beban kerja dengan kelelahan kerja (*p-value* 0,120). Hasil penelitian yang sama juga dilakukan oleh Barzani & Dal Yilmaz, (2022) bahwa tidak ada hubungan signifikan secara statistik antara beban kerja mental dan kelelahan. Hasil berbeda disampaikan oleh Russeng et al., (2021) dalam penelitiannya bahwa beban kerja merupakan faktor utama yang menyebabkan terjadinya kelelahan pada petugas ATC. Penelitian yang dilakukan Bongo & Seva, (2022) menunjukkan hasil penelitian yang berbeda bahwa ada hubungan terbalik antara beban kerja dengan kelelahan kerja petugas ATC, dimana peningkatan beban kerja antar *shift* yang disebabkan jumlah pergerakan pesawat, disisi lain tingkat kelelahan mengalami penurunan.

3.6 Usulan perbaikan

Berdasarkan hasil identifikasi beban kerja menunjukkan kategori sangat tinggi, berikut merupakan beberapa upaya rekomendasi untuk mengurangi beban kerja petugas ATC.

3.6.1 Penambahan unit petugas pada ruang udara

Hasil pengukuran beban kerja dengan NASA-TLX menunjukkan bahwa dua faktor utama penyebab beban kerja bagi ATC adalah kebutuhan mental dan usaha. Berdasarkan data tersebut, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mengubah sistem kerja ruang udara. Secara umum tugas ATC dibagi tiga bagian yaitu *Aeorodrome Control Tower* (ADC) yang bertugas mengatur pesawat saat *take off* dan

landing di bandar udara, *Approach Control* (APP) bertugas menghubungkan pesawat dari tower ke ACC atau sebaliknya, dan *Area Control Center* (ACC) yang bertugas melayani pesawat diruang jelajah, di Indonesia wilayah ACC terbagi dua yaitu ACC Makassar dan ACC Jakarta. Sedangkan di PLLU Adi Soemarmo untuk ADC dan APP dikerjakan dalam satu unit kerja. Jika *traffic* dalam keadaan rendah mungkin sistem ini dapat berjalan lancar, namun saat *traffic* padat tentunya akan memberikan beban kerja tinggi bagi ATC. Oleh karena itu, adanya penambahan bagian untuk bertugas pada ruang udara APP tentunya akan dapat membagi tugas para petugas ATC baik secara fisik dan pikiran.

3.6.2 Melakukan pelatihan peningkatan *skill*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa performansi merupakan salah satu penyebab utama beban kerja ATC. Menurut salah satu ATC bahwa tidak semua pemandu terbiasa dalam menghadapi peningkatan *traffic* dengan perkiraan rata-rata 15-30 *traffic*/hari menjadi 100-160 *traffic*/hari. Sedangkan seorang ATC harus dituntut untuk bekerja secara sempurna dalam mengatasi kondisi kompleks penerbangan, karena sedikit kesalahan akan mempengaruhi keselamatan penerbangan. Salah satu upaya untuk meningkatkan performa ATC adalah memberikan pelatihan, tujuannya adalah meningkatkan kemampuan menghadapi berbagai kondisi kompleks penerbangan. Untuk materi pelatihan dapat mengadopsi pada penelitian Sonjahi et al., (2022) yang membahas program pelatihan ATC secara nasional dengan nama *Refresher Training Aerodrome Control Tower*. Materi pada pelatihan tersebut membahas mengenai *Current ATC Regulation Issue*, *Phaseology*, *Aerodrome Control Procedure*, *unusual condition handling*, *Aircraft Performance and Airnav Facilitie*, dan *Aviation english*. Berdasarkan program pelatihan ATC Nasional tersebut, diharapkan adanya sinergi dan kerjasama antara AirNav Solo dengan TNI AU untuk menciptakan program pelatihan ATC tersendiri guna menunjang kinerja ATC di bandara tersebut.

3.6.3 Memanajemen beban kerja bagi petugas ATC

Berdasarkan hasil pengukuran beban kerja menunjukkan bahwa beban kerja ATC dalam kategori sangat tinggi, dimana faktor utama adalah aktivitas mental. Tentunya hasil pengukuran tersebut dapat digunakan bagi petugas ATC dalam mengelola beban kerja mereka, khususnya beban secara mental. Karena beban kerja ATC dalam kategori sangat tinggi, tentunya jangan membiarkan petugas ATC terbebani dengan

beban lainnya atau permasalahan lainnya. Salah satunya adalah perlunya menjaga hubungan yang baik dengan rekan ATC dan *supervisor*. Menurut Harini et.al (Budiasa, 2021) bahwa beban kerja seseorang dapat dipengaruhi oleh lingkungan kerja psikologis. Dengan terjalinnya hubungan yang baik dengan rekan kerja atau atasan akan memberikan dampak positif terhadap kinerja seseorang. Tujuannya adalah menciptakan lingkungan kerja harmonis agar pekerja dapat bekerja dengan nyaman dan fokus dan memberikan dampak positif terhadap perusahaan (Suryati et al., 2022).

4 PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran beban kerja dengan NASA-TLX didapatkan hasil bahwa nilai rata-rata petugas ATC di *shift* pagi sebesar 83 dengan kategori sangat tinggi, nilai rata-rata petugas ATC di *shift* siang sebesar 81 dengan kategori sangat tinggi, dan nilai rata-rata petugas ATC di *shift* malam sebesar 79 dengan kategori tinggi. Sedangkan tiga dimensi utama yang mempengaruhi beban kerja secara berurutan terhadap petugas ATC setiap *shift* nya adalah kebutuhan mental, usaha, dan performansi. Pada hasil pengukuran kelelahan kerja dengan SSRT didapatkan hasil bahwa nilai rata-rata petugas ATC untuk *shift* pagi sebesar 51 dengan kategori kelelahan rendah, nilai rata-rata petugas ATC untuk *shift* siang sebesar 46 dengan kategori kelelahan rendah, dan nilai rata-rata petugas untuk *shift* malam sebesar 51 dengan kategori kelelahan rendah.

Berdasarkan hasil uji statistik korelasi antara beban kerja dengan kelelahan kerja setiap *shift* nya menggunakan uji korelasi *rank spearman* didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,721 untuk *shift* pagi, *p-value* sebesar 0,352 untuk *shift* siang, dan *p-value* sebesar 0,374 untuk *shift* malam. Jika nilai *p-value* $> 0,005$ artinya H_0 diterima atau tidak terdapat hubungan signifikan antara variabel beban kerja dengan kelelahan pada petugas ATC di *shift* pagi, siang, dan malam. Hal ini menunjukkan bahwa beban kerja tinggi tidak memberikan dampak signifikan terhadap timbulnya kelelahan pada petugas ATC.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa beban kerja yang diterima petugas ATC dalam klasifikasi sangat tinggi. sehingga diperlukan beberapa upaya perbaikan untuk mengurangi tingkat beban kerja pada petugas ATC seperti

penambahan unit petugas pada ruang udara, memberikan pelatihan *skill* yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan, manajemen beban kerja bagi petugas ATC

4.2 Saran

Saran untuk perusahaan agar memperhatikan dan mengevaluasi tingkat kelelahan yang dialami pekerja. Untuk petugas diharapkan agar memanfaatkan waktu istirahat yang diberikan dengan maksimal. Saran untuk peneliti selanjutnya agar lebih mendalam dalam menggali data dari responden agar lebih dalam memberikan gambaran tentang beban kerja dan kelelahan kerja yang dirasakan. Selain itu, peneliti selanjutnya dapat mengembangkan alternatif upaya atau strategi dalam membantu mengurangi beban kerja dan kelelahan kerja petugas ATC.

DAFTAR PUSTAKA

- AirNav. (2022). *Kehtuhan Personel Pemandu Lalu Lintas Penerbangan 2022-2026*.
- Bakhshi, E., Mazlomi, A., & Hoseini, S. M. (2019). Relationship Between Mental Fatigue and Mental Workload Among Nurses. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences, In Press*(In Press), 1–8. <https://doi.org/10.5812/zjrms.83082>
- Barzani, K. I. S., & Dal Yılmaz, Ü. (2022). The Relationship Between Mental Workload and Fatigue in Emergency Department Nurses. *Cyprus Journal of Medical Sciences*, 7(3), 381–386. <https://doi.org/10.4274/cjms.2020.2039>
- Bongo, M., & Seva, R. (2022). Effect of Fatigue in Air Traffic Controllers' Workload, Situation Awareness, and Control Strategy. *International Journal of Aerospace Psychology*, 32(1), 1–23. <https://doi.org/10.1080/24721840.2021.1896951>
- Budiasa, I. K. (2021). *Beban Kerja dan Kinerja Sumber Daya Manusia*.
- Chairunnisa, R. (2019). Analisis Beban Kerja Mental Di Unit Air Traffic Controller (ATC) Airnav Indonesia Kantor Cabang Palembang. *Fakultas Kesehatan Masyarakat*.
http://repository.unsri.ac.id/1528/14/RAMA_13101_10011381520136_0018018007_01_front_ref.pdf
- Cristi, P., & Zaini, F. (2019). Pengaruh Jumlah Traffic Terhadap Beban Kerja Air Traffic Controller (ATC) di Jakarta Lower Control North. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, 12(3), 1–178.
- Fathimahhayati, L. D., Tambunan, W., & Putri, R. A. (2018). Analisis Beban Kerja Mental Pada Operator Air Traffic Controller (ATC) dengan Metode Subjektif dan Objektif. *Universitas Mulawarman*, 1, 69–76.
- Fitri, A., Sadiatmi, R., & Arti, E. S. (2019). Pengaruh Fatigue terhadap Kinerja Personel Air Traffic Controller di Unit Aerodrome Control Tower Jakarta Air Traffic Service Center (JATSC). *Jurnal Ilmiah Aviasi*, 12(3), 117–126.

- Gijón, J. I., David, T., Navia, J. A., Montes, A., Jacobs, D. M., & Frutos, P. L. (2023). Experimental validation of COMETA model of mental workload in air traffic control. *Journal of Air Transport Management*, 108(December 2022). <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2023.102378>
- Hakiim, A., Suhendar, W., & Sari, D. A. (2018). Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental Menggunakan CVL dan NASA-TLX Pada Divisi Produksi PT X. *Jurnal Unsika*, 3(2), 1–5.
- Hasan, A., Wahyuni, I., & Kurniawan, B. (2018). Hubungan Antara Beban Kerja Mental dan Shift Kerja Terhadap Stres Kerja Pada Pekerja Central Control Room (Studi Kasus Pada Pt. PJB Unit Pembangkit Paiton Probolinggo). *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 6(4), 255–260.
- Komite Nasional Keselamatan Transportasi. (2023). *Jumlah Kecelakaan Penerbangan*. knkt.go.id. <https://knkt.go.id/statistik>
- Krisdiana, H., Ayuningtyas, D., Iljas, J., & Juliati, E. (2022). Hubungan Beban Kerja Tenaga Kesehatan dengan Kelelahan Kerja di Puskesmas Kecamatan Sukmajaya Kota Depok Selama Pandemi. *Jurnal Biostatistik, Kependudukan, dan Informatika Kesehatan*, 2(3), 136. <https://doi.org/10.51181/bikfokes.v2i3.6248>
- Lalu, M. S., Russeng, S., Wahyuni, A., Fajarwati, I. I., Yanti, I. H., & Yusbud, M. (2020). Manajemen Stres Pemandu Lalu Lintas Udara (Air Traffic Controller) Studi Kasus: MATSC-Makassar. *Warta Ardhia*, 46(1), 39–46. <https://doi.org/10.25104/wa.v46i1.376.39-46>
- Noskievič, T., & Kraus, J. (2017). Air Traffic Control Tools Assessment. *MAD - Magazine of Aviation Development*, 5(2), 6. <https://doi.org/10.14311/mad.2017.02.01>
- Prasetyo, D. A., & Budiawan, W. (2019). Studi Stres Kerja Operator Air Traffic Control (Atc) Pada Bandara Ahmad Yani Semarang. *Industrial Engineering Online Journal*, 7(4). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/22877>
- Puspitasari, M. D., & Kustanti, E. R. (2020). Hubungan Antara Persepsi Beban Kerja Dengan Stress Kerja Pada Air Traffic Controller Di Perum Lppnpi Airnav Indonesia Cabang Madya Surabaya. *Jurnal EMPATI*, 7(1), 113–118. <https://doi.org/10.14710/empati.2018.20167>
- Putri, O. M., Qalbi, Z., Delrefi, & Putera, R. F. (2021). Pengaruh Permainan Lompat Tali Terhadap Perkembangan Motorik Kasar Anak Usia 5-6 Tahun. *Jurnal Ilmialh Pesona PAUD*, 8(1), 46–55. <http://journal2.uad.ac.id/index.php/jecce>
- Putrisani, F. S., Nugraha, A. E., & Herwanto, D. (2023). Analisis Kelelahan Kerja Subjektif dengan Menggunakan Kuesioner Subjective Self Rating Test. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 7(3), 258. <https://doi.org/10.30998/string.v7i3.14485>
- Radüntz, T., Fürstenau, N., Mühlhausen, T., & Meffert, B. (2020). Indexing Mental Workload During Simulated Air Traffic Control Tasks by Means of Dual Frequency Head Maps. *Frontiers in Physiology*, 11(April), 1–13.

<https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00300>

- Russeng, S. S., Saleh, L. M., Mallongi, A., & Hoy, C. (2021). The relationship among working period, work shift, and workload to work fatigue in air traffic controllers at Sultan Hasanuddin Airport. *Gaceta Sanitaria*, 35, S404–S407. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2021.10.062>
- Saleh, L. M., Russeng, S., & Ishak, H. (2018). Tingkat Risiko Psikologis Karyawan ATC di Salah Satu Cabang Air NAV Indonesia. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 14(4), 345. <https://doi.org/10.30597/mkmi.v14i4.5206>
- Saputra, M. F. A.-F., & Herwanto, D. (2023). Analisis Beban Kerja Mental Menggunakan Metode NASA-TLX pada Divisi Produksi Perusahaan Empat Perdana Carton. *Serambi Engineering*, VIII(1), 4521–4528.
- Senjaya, M., Wahyuni, I., & Widjasena, B. (2020). Hubungan Antara Beban Kerja Mental Dan Durasi Kerja Dengan Kejadian Human Error Pada Petugas Air Traffic Control (Studi Kasus Di Jakarta Air Traffic Services Center – Airnav Indonesia). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(5).
- Sonjahi, I., Jatmoko, D., Rosmayanti, L., Praptiningsih, N., & Amir, E. (2022). *Pelatihan Refresher Training Aerodrome Control Tower untuk Personil Air Traffic Control Tentara Nasional Indonesia (TNI) Angkatan Udara*. 03(01), 9–16.
- Suryati, E., Marlina, N., & Mandiri, P. (2022). Pengaruh Human Relation (Hubungan Antar Manusia) Dan Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Pegawai (Studi Pada Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Cianjur). *J-Innovative.Org*, 3, 9774–9784. <http://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/1549>
- Susanto, P. C., Ricardianto, P., Hartono, H., & Firdiansyah, R. (2021). Peranan Air Traffic Control Untuk Keselamatan Penerbangan Di Indonesia. *Aviasi : Jurnal Ilmiah Kedirgantaraan*, 17(1), 1–11. <https://doi.org/10.52186/aviasi.v17i1.54>
- Triyanti, V., Azis, H. A., Iridiastadi, H., & Yassierli. (2020). Workload and Fatigue Assessment on Air Traffic Controller. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 847(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/847/1/012087>
- Useche, S. A., Montoro, L. V., Ruiz, J. I., Vanegas, C., Sanmartin, J., & Alfaro, E. (2019). Workplace burnout and health issues among Colombian correctional officers. *PLoS ONE*, 14(2), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211447>