



Pengaruh Penambahan Runway dan Taxiway terhadap Beban Kerja Personil Utara Menara Soekarno-Hatta di AirNav JATSC

The Effects of Additional Runways and Taxiways on the Workload of Soekarno-Hatta Tower North Personnel at AirNav JATSC

Hibatullah AF¹, Dwi Lestary^{2*}, Pangsa Rizkina Aswia³, Yanuar Jinu Satiti⁴

hibatullahaf@gmail.com, dwi.lestary@ppicurug.ac.id*, pangsa.rizkina@ppicurug.ac.id,
ties.tisan@gmail.com

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh penambahan Runway dan Taxiway baru terhadap workload ATC. Apakah kondisi Runway 07L-25R dengan kondisi saat ini mempengaruhi beban kerja ATC. Metode Penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Instrumen penelitian menggunakan perhitungan metode NASA TLX, kuesioner dan studi dokumentasi yang bertujuan untuk memperoleh data-data dilanjutkan dengan melakukan pengujian untuk mencari apakah ada pengaruh diantara kedua variabel. Berdasarkan analisis data penelitian disimpulkan bahwa penambahan Runway dan Taxiway baru saat ini memiliki pengaruh pada workload ATC sehingga butuh penyesuaian operasi runway berdasarkan studi pustaka terkait.

Kata Kunci: aerodrome control tower; workload; runway

ABSTRACT

This study aims to analyze the effects of additional runways and taxiways on the workload of Soekarno-Hatta Tower North Personnel. Does the 07L-25R runway condition with the current condition affect the ATC workload? The research method used is a quantitative method. The research instrument uses the NASA TLX calculation method, questionnaire, and documentation study which aims to obtain data followed by testing to find out whether there is an influence between the two variables. Based on the analysis of the research data, it is concluded that the addition of new runways and taxiways currently has an influence on the ATC workload so it needs adjustments to runway operations based on related literature studies.

Keywords: aerodrome control tower; workload; runway

1. PENDAHULUAN

Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta menurut fungsinya sebagai bandar udara pengumpul (Hub). Hal ini menjadikan Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta terus mengalami peningkatan dalam jumlah pergerakan pesawat udara di setiap bulannya dan menjadi bandar udara tersibuk di Indonesia. Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta menempati peringkat ke-18

bandara tersibuk di dunia berdasarkan *Airport Council International (ACI)*, terbukti berdasarkan data pergerakan pesawat udara di Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta pada tahun 2018 mencapai 457.923 pergerakan.

Jakarta Air Traffic Service Center (JATSC) Dalam melakukan tugasnya sebagai pusat pelayanan lalu lintas udara (*air traffic control service*), *Jakarta Air Traffic Service*

terdiri dari tiga unit ATC yaitu; TWR (*aerodrome control tower*), APP (*approach control unit*), dan ACC (*area control centre*). Sedangkan untuk TWR dibagi menjadi 6 sektor yaitu Soekarno-Hatta Tower North, Soekarno-Hatta Tower South, Soekarno-Hatta Ground North, Soekarno-Hatta Ground South, Soekarno-Hatta Clearance Delivery North, Soekarno-Hatta Clearance Delivery South.

Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta mengalami pertumbuhan jumlah pergerakan pesawat udara terlebih setelah dioperasikannya Terminal 3 *Ultimate* pada Agustus 2016 akan menambah beban kerja controller terkait khususnya Soekarno Hatta sektor utara di mana wilayah tersebut terdapat 2 (dua) terminal sekaligus yaitu terminal 2 dan terminal 3 yang akan menambah kepadatan dan kerumitan situasi *traffic* daerah tersebut seperti yang tercantum di *Human Factor Digest 8 Chapter 3 "Workload may be generated by different parameters which cannot easily be aggregated, including the number of aircraft and the complexity of the traffic situation, which is not a simple function of aircraft numbers"*.

Selain itu, terdapat pada penelitian van de Merwe et al., (2012) dimana pada saat bertugas beban kerja *controller* secara teratur beralih antara beban kerja mental rendah dan tinggi, tergantung pada situasi lalu lintas misalnya, jumlah pesawat, kompleksitas, *peak periods*. Beban kerja *Air Traffic Controller* (ATC) adalah salah satu faktor terpenting yang menentukan operasi maksimum yang diizinkan (Corver et al., 2016).

Oleh karena itu, pengelola bandara harus melakukan analisis beban kerja ATC dan mengevaluasi peluang peningkatan jumlah ATC yang tersedia sebelum memutuskan untuk mengubah infrastruktur atau/dan prosedur. (Di Mascio et al., 2021).

2. METODE

Metode Penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Instrumen penelitian menggunakan perhitungan metode NASA TLX, kuesioner dan studi dokumentasi yang bertujuan untuk memperoleh data, kemudian dilanjutkan dengan melakukan pengujian untuk mencari apakah ada pengaruh di antara kedua variabel data dan metode analisis data yang digunakan. Populasi yang

diteliti oleh penulis adalah *Air Traffic Controller* yang mempunyai *rating aerodrome control tower* dengan jumlah 66 personel dengan minimum jumlah sampel masing-masing sektor, sesuai dengan KP nomor 265 (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2017) adalah 30 (n).

dalam penelitian ini, variabel yang digunakan penulis adalah variabel *independen* (hasil kuesioner penambahan *Runway* dan *Taxiway* baru di unit *Aerodrome Control Tower* Soekarno Hatta) disimbolkan dengan huruf X dan variabel *dependen* (beban kerja petugas *Air Traffic Controller* (ATC) berdasarkan metode NASA TLX unit *Aerodrome Control Tower*) yang disimbolkan dengan huruf Y.

Pada penelitian ini, teknik pengumpulan data yang digunakan oleh peneliti adalah dengan kuesioner (angket) dan studi dokumentasi. Dalam analisis data, peneliti melakukan pengolahan terhadap data yang diperoleh dengan menggunakan teknik statistik. Teknik statistik yang digunakan adalah statistik inferensial yaitu teknik statistik yang digunakan untuk menganalisis data sampel atau populasi yang bermaksud membuat suatu kesimpulan serta hasilnya dapat diberlakukan untuk umum atau generalisasi. Statistik inferensial meliputi statistik parametrik dan statistik non-parametrik.

Sebelum menggunakan rumus statistik, perlu diketahui jenis data dan asumsi dasar yang akan digunakan. Dalam statistik parametrik, asumsi utama suatu data yang akan dianalisis harus berdistribusi normal. Sedangkan teknik statistik non-parametrik tidak menuntut terpenuhi beberapa asumsi, salah satunya data yang akan dianalisis tidak harus berdistribusi normal. Uji normalitas dengan dua data dapat dilakukan menggunakan teknik Kolmogorov Smirnov. Pada penelitian ini peneliti menggunakan aplikasi *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* untuk melakukan perhitungan statistik.

3. HASIL

Dalam penelitian ini data untuk variabel diukur dari Hasil kuesioner penambahan *Runway* dan *Taxiway* baru yang disebar pada personel *Aerodrome Control Tower* Soekarno Hatta. Sedangkan variabel Y diukur dari

seberapa besar beban kerja yang dirasakan *Air Traffic Controller (ATC)* yang bekerja di *Aerodrome Control Tower Soekarno Hatta*, pengukuran besarnya beban kerja dilakukan dengan menggunakan metode NASA TLX.

Penyusunan indikator tersebut berdasarkan ICAO *Circular 241-AN/145, Human Factor Digest No 8 chapter 1 SHEL Model* yang mempretasikan manusia dan faktor pendukung disekitarnya.

Penyebaran kuesioner Variable X dilakukan berpasangan dengan variabel x sehingga urutan individu menjadi tetap sehingga lebih praktis dalam mengolah data.

Tabel 1. Indikator Kuesioner Variabel X

Dimensi	Indikator
<i>Environment</i>	- <i>Number of aircraft</i> - <i>The traffic complexity</i>
<i>Hardware</i>	- <i>Controller Working Position</i> - <i>Equipment and Facilities</i>
<i>Liveware</i>	- <i>Workload</i> - <i>Possibility of Human Error</i>
<i>Software</i>	- <i>Standard Operating Procedure (SOP)</i>

Penyusunan indikator tersebut berdasarkan ICAO *Circular 241-AN/145, Human Factor Digest No 8 chapter 1 SHEL Model* yang mempretasikan manusia dan faktor pendukung disekitarnya. Penyebaran kuesioner Variable X dilakukan berpasangan dengan variabel x sehingga urutan individu menjadi tetap sehingga lebih praktis dalam mengolah data.

Digunakan teknik uji validitas konstruk (*construct validity*) yang mana dalam hal ini penulis menggunakan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel 2010* dalam proses pengolahan data guna mempermudah perhitungan koefisien korelasi tiap-tiap skor butir pernyataan dengan skor total data perhitungan. Seperti yang dikutip dari buku yang ditulis oleh (Siregar, 2013) penulis menggunakan teori yang menyatakan bahwa syarat instrumen tersebut dapat dikatakan valid apabila koefisien kolerasi *product momment* > r-tabel (α ; $n - 2$)

n = jumlah sampel Dengan jumlah sampel 30 responden, di dapat angka r tabel 0,361.

Tabel 2. Validitas Kuesioner Variabel X

Item	r Hitung	Keterangan
Q1	0,455	Valid
Q2	0,506	Valid
Q3	0,726	Valid
Q4	0,670	Valid
Q5	0,827	Valid
Q6	0,733	Valid
Q7	0,863	Valid
Q8	0,734	Valid
Q9	0,724	Valid
Q10	0,709	Valid
Q11	0,527	Valid

Penulis menggunakan teknik *Cronbach's Alpha* dalam proses pengolahan data yang memiliki ketentuan bahwa satu butir pernyataan mempunyai reliabilitas. Dengan bantuan perangkat lunak IBM SPSS tahapan-tahapan pengolahan data uji reliabilitas dilakukan.

Tabel 3. Hasil Uji Reliabilitas Variabel X

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
,886	11

Hasil perhitungan r11 yang didapat adalah 0,886 yang mana dapat disimpulkan bahwa instrument variabel X dapat dikatakan *reliable*.

Penulis melakukan penyebaran kuesioner variabel penambahan Runway dan Taxiway baru berpasangan dengan perhitungan terhadap beban kerja melalui kuesioner NASA TLX yang telah diisi oleh para responden yaitu petugas *Air Traffic Controller (ATC) Soekarno-Hatta Tower North*.

Tabel 4. Hasil kuesioner variabel X dan Y

No.	X	Y
1	44	64
2	40	67
3	49	82
4	47	74
5	55	80
6	53	80

7	41	64
8	44	64
9	39	67
10	52	85
11	53	72
12	42	61
13	46	67
14	47	64
15	53	83
16	46	72
17	43	61
18	41	78
19	55	92
20	49	79
21	55	85
22	53	81
23	48	80
24	44	64
25	44	74
26	39	72
27	52	80
28	40	65
29	48	87
30	40	63

Metode analisis data yang digunakan peneliti adalah teknik statistik korelasi, determinasi dan uji hipotesis dengan *t test*. Sebelum melakukan analisis, suatu data perlu dilakukan uji normalitas yang digunakan untuk mengetahui bentuk persebaran/distribusi data tersebut (Sugiyono:2015). Uji Normalitas dengan dua data dapat dilakukan menggunakan teknik Kolmogorov Smirnov 2 – Tailed. Pada penelitian ini peneliti menggunakan aplikasi SPSS untuk melakukan perhitungan statistik. Berikut adalah hasil uji normalitas kolmogorov smirnov menggunakan program SPSS.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas

	<i>Unstandardized Residual</i>
N	30
Mean	,0000000
Std. Deviation	5,79008637
Absolute	,101
Positive	,092
Negative	-,101
Test Statistic	,101
Asymp. Sig. (2-tailed)	,200 ^c

Berdasarkan hasil perhitungan uji normalitas Kolmogorov Smirnov, maka diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,20. Nilai tersebut dapat di nyatakan berdistribusi normal karena probabilitas lebih dari 0,05. Dengan begitu, penggunaan statistik para-metrik untuk pengujian hipotesis dapat dilanjutkan.

membuktikan hubungan antara variabel independen (variabel x) terhadap variabel dependen (variabel y). Hubungan antara variabel dalam teknik korelasi bukan dalam arti hubungan sebab akibat melainkan hubungan searah. Dalam penelitian ini penulis menggunakan uji analisis korelasi *Spearman Rank* dengan bantuan SPSS.

Tabel 6. Hasil Uji Spearman Rank

		x	y
Spearman's rho	Pengaruh RWY	<i>Correlation Coefficient</i>	,738
		<i>Sig. (2-tailed)</i>	,000
		N	30
Workload		<i>Correlation Coefficient</i>	,738
		<i>Sig. (2-tailed)</i>	,000
		N	30

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, menunjukkan bahwa hasil perhitungan korelasi diperoleh r sebesar 0,738 yang berarti hubungan antara variabel x yaitu Penambahan Runway (variabel independen) dan variabel y yaitu Workload pemandu aerodrome control tower sektor utara (variabel dependen) memiliki hubungan yang positif dan cukup kuat sesuai dengan perbandingan dalam tabel tingkat korelasi dan kekuatan hubungan.

Tabel 7. Tingkat Korelasi

No	Nilai Korelasi	Tingkat Hubungan
1	0,00-0,199	Sangat Lemah
2	0,20-0,399	Lemah
3	0,40-0,599	Cukup
4	0,60-0,799	Kuat
5	0,80-1,00	Sangat Kuat

Sumber : Ir. Syofian Siregar, M.M, 2013

Selanjutnya untuk membuktikan adanya pengaruh antara variabel x dan variabel y. Maka peneliti melakukan analisis dengan menggunakan Koefisien Determinasi.

Berdasarkan hasil uji korelasi, nilai 54% ini berasal dari pengkuadratan nilai koefisien

korelasi atau “r”, yaitu $(0,738 \times 0,738) \times 100\% = 54\%$ sehingga dapat disimpulkan bahwa variable penambahan Runway dan Taxiway baru (X) berpengaruh terhadap variabel beban kerja Air Traffic Controller (ATC) (Y) sebesar 54%. Sedangkan sisanya ($100\% - 54\% = 46\%$) dipengaruhi oleh variabel lain atau variabel yang tidak diteliti.

Pemecahan masalah yang dapat diberikan adalah dengan adanya penambahan sumber daya manusia, yang sejalan dengan pembukaan runway dan taxiway baru. Selain itu, dengan adanya penerapan *segregated parallel operations* antara Runway 07L-25R dan 06-24 sehingga dapat mengurangi kompleksitas dari lingkungan kerja ATC baik untuk Radar Approach Controller maupun Aerodrome Controller.

Tabel 8. Uji Regresi Linear

Model	t
(Constant)	1,466
1 PENGARUH RWY	6,108

4. PEMBAHASAN

Berdasarkan *output* SPSS pada tabel 8 diketahui nilai t_{hitung} sebesar 6,108. Maka selanjutnya mencari t_{tabel} . Adapun rumus sebagai berikut :

$$t_{tabel} = n - k - 1 ; \alpha/2$$

$$= 28 ; 0,025$$

$$\text{diketahui } t_{tabel} = 2,048,$$

maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut Nilai $t_{hitung} = 6,108 > 2,048$ (t_{tabel}), maka dapat diambil kesimpulan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima.

Dalam analisis korelasi terdapat suatu angka yang disebut dengan koefisien determinasi yang besarnya adalah kuadrat dari koefisien korelasinya (r^2). Berdasarkan nilai koefisien determinasi diperoleh bernilai 0,544 yang berarti pengaruh Penambahan Runway (variabel independen) terhadap Workload pemandu aerodrome control tower sektor utara (variabel dependen) sebesar 54% dengan proses pem-bulatan angka. Sedangkan sisanya sebesar 46% di sebabkan oleh faktor lain.

Dari perhitungan terbukti bahwa pengoperasian runway 07L-25R mempunyai pengaruh terhadap beban kerja petugas Air Traffic Controller (ATC) di unit Soekarno-Hatta Tower North.

5. KESIMPULAN

Dari pengolahan analisis statistik yang telah peneliti lakukan. Maka dapat diketahui beberapa hasil perhitungan sebagai berikut :

Berdasarkan hasil perhitungan uji normalitas Kolmogorov Smirnov, maka diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,20. Nilai tersebut dapat dinyatakan berdistribusi normal karena probabilitas lebih dari 0,05.

Dalam analisis korelasi, menunjukkan bahwa hasil perhitungan korelasi diperoleh $r = 0,738$ yang berarti hubungan antara variabel Penambahan Runway (variabel independen) dan variabel Workload pemandu aerodrome control tower sektor utara (variabel dependen) memiliki hubungan yang positif dan cukup kuat berdasarkan tabel diatas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Penambahan Runway memiliki pengaruh yang cukup kuat dengan beban kerja.

Pada uji hipotesis test, diketahui nilai t_{hitung} hasil pengolahan data bernilai 6,108 lebih besar dari t_{tabel} yaitu 2,048. Maka kesimpulan pada hasil analisis t test pada penelitian ini adalah adanya pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen yang bermakna bahwa Penambahan Runway berpengaruh terhadap peningkatan Workload pemandu aerodrome control tower sektor utara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktur Politeknik Penerbangan Indonesia Curug dan Politeknik Penerbangan Makassar yang telah memberikan dukungan pada penelitian dan publikasi. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu menyelesaikan penelitian ini sampai dengan batas waktu yang ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- International Civil Aviation Organization (ICAO). (1984). Doc 9426 *AIR TRAFFIC SERVICES PLANNING MANUAL*. Middle East.
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX. *Human Mental Workload. Advances in Psychology*, 52, 139–183.
- International Civil Aviation Organization. (1993). *HUMAN FACTORS DIGEST No. 8: Human Factors in Air Traffic Control*. ICAO Circular 241-AN/145, 51.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2004). *Simultaneous Operations on Parallel or Near-Parallel Instrument Runways (Soir)*.
- International Civil Aviation Organization. (2009). *Aerodromes: Vol. I* (Issue July).
- Wise J.A., Hopkin V.D., Garland D.J. (2010). *Handbook of Aviation Human Factors Second Edition*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Salas E., Maurino. (2010). *Human Factors in Aviation*. Elsevier.
- Van de Merwe, K., Oprins, E., Eriksson, F., & Van der Plaat, A. (2012). *The Influence of Automation Support on Performance, Workload, and Situation Awareness of Air Traffic Controllers*. *International Journal of Aviation Psychology*, 22(2), 120–143.
- Siregar, S. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif*. PT Fajar Interpratama Mandiri.
- EUROCONTROL, & FAA. (2015). Human Performance in Air Traffic Management Safety. *INTERNATIONAL CONFERENCE*
- Corver, S. C., Unger, D., & Grote, G. (2016). *Predicting Air Traffic Controller Workload: Trajectory Uncertainty as the Moderator of the Indirect Effect of Traffic Density on Controller Workload through Traffic Conflict*. *Human Factors*, 58(4), 560–573.
- Prodi Teknik Industri, U. I. I. (2016). *Modul Beban Kerja Mental*. Universitas Islam Indonesia.
- EUROCONTROL. (2016). *Network Manager ACAM Manual Airport Capacity Assessment Methodology Document Characteristics: Airport Capacity Assessment Methodology ACAM Manual 1.1*. www.eurocontrol.int
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2017). *Standar Teknis dan Operasi Pedoman Penghitungan Kapasitas Ruang Udara dan Kapasitas Landas Pacu*.
- Argyle, E. M., Houghton, R. J., Atkin, J., De Maere, G., Moore, T., & Morvan, H. P. (2018). *Human performance and strategies while solving an aircraft routing and sequencing problem: an experimental approach*. *Cognition, Technology and Work*, 20(3), 425–441.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2018). *ICAO Long-Term Traffic Forecasts Passenger and Cargo INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION ICAO Long-Term Traffic Forecasts Passenger and Cargo*.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian & Pengembangan*. Alfabeta.
- Directorate General of Civil Aviation. (2019). *AIRAC AIP SUPPLEMENT 15/19*. 8.
- Pradana, A. B. (2019). *Metode Penelitian Ilmiah Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia*. 1–120.
- Perum LPPNPI Cabang JATSC. (2020). *Standar*

Prosedur Operasi Pelayanan Lalu Lintas Udara Aerodrome Control Service (TWR).
Perum Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia Cabang JATSC.

Di Mascio, P., Carrara, R., Frascaco, L., Luciano, E., Ponziani, A., & Moretti, L. (2021). *How the tower air traffic controller workload influences the capacity in a complex three-runway airport.* International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(6), 1–14.