

**SKY EAST: Education of Aviation Science and Technology**

E-ISSN: 3025-2709 (Online) & P-ISSN: - (Print)

DOI: [10.61510/skyeast.v4i1.79](https://doi.org/10.61510/skyeast.v4i1.79)

*This is an open access article under the CC BY-NC license*

---

## **Optimalisasi Sumber Daya Lalu Lintas Penerbangan: Studi Kasus Terhadap Kinerja Pemandu Lalu Lintas Penerbangan**

**Nabila Angie Istiqomah<sup>1</sup>, Muhammad Riziq Khasani<sup>2</sup>, Dhian Supardam<sup>3\*</sup>, Lina Rosmayanti<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Indonesia, email: [16072430007@ppicurug.ac.id](mailto:16072430007@ppicurug.ac.id)

<sup>2</sup>Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Indonesia, email: [16072430006@ppicurug.ac.id](mailto:16072430006@ppicurug.ac.id)

<sup>3</sup>Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Indonesia, email: [dhian.supardam@ppicurug.ac.id](mailto:dhian.supardam@ppicurug.ac.id)

<sup>4</sup>Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Indonesia, email: [lina.rosmayanti@ppicurug.ac.id](mailto:lina.rosmayanti@ppicurug.ac.id)

Corresponding Author: [dhian.supardam@ppicurug.ac.id](mailto:dhian.supardam@ppicurug.ac.id)

---

**Abstract:** *Optimizing Human Resources for Air Traffic Control (ATC) is crucial for maintaining the safety and smooth flow of flight operations in Indonesia. This study presents a critical review of air traffic controller performance, focusing on three main pillars: workload, quality of training, and psychological well-being. The research aims to analyze the role of human factors in aviation safety by examining aspects of competency, communication, decision-making, work fatigue, and safety culture within the operational environment. The research methodology utilizes a literature study from various sources such as accident investigation reports, international aviation regulations, and results from previous empirical studies on controller stress and workload, as well as international guidelines related to human factors in ATC. The analysis combines literature review, comparison of training policies, and synthesis of field research findings to identify competency gaps, weaknesses in training programs, and the impact of workload on controller performance and quality of life. The results indicate that a mismatch between the training curriculum and operational demands, as well as high mental workload without adequate stress management compensation, is significantly related to a decline in performance and an increase in safety risks. This article recommends an integrated policy package: revision of curriculum standards based on real-world tasks, increased frequency and quality of simulation training, a workload and mental health management program, and strengthening performance monitoring mechanisms based on safety indicators. The implementation of these recommendations is expected to enhance the readiness of ATC human resources and minimize potential disruptions to flight safety.*

**Keywords:** *ATC human resources; workload; training; psychological well-being; aviation safety.*

---

**Abstrak:** Optimalisasi Sumber Daya Manusia Air Traffic Control (ATC) menjadi krusial untuk menjaga keselamatan dan kelancaran operasi penerbangan di Indonesia. Penelitian ini menyajikan studi kritis terhadap kinerja pengendali lalu lintas udara dengan fokus pada tiga pilar utama: beban kerja (workload), kualitas pelatihan, dan kesejahteraan psikologis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran faktor manusia terhadap keselamatan penerbangan dengan meninjau aspek kompetensi, komunikasi, pengambilan keputusan, kelelahan kerja, dan budaya keselamatan di lingkungan operasional. Metode penelitian

menggunakan studi literatur dari berbagai sumber seperti laporan investigasi kecelakaan, regulasi penerbangan internasional, dan hasil penelitian terdahulu studi empiris sebelumnya tentang stres dan beban kerja pengendali, serta pedoman internasional terkait faktor manusia dalam ATC. Analisis menggabungkan tinjauan literatur, perbandingan kebijakan pelatihan, dan sintesis temuan penelitian lapangan untuk mengidentifikasi kesenjangan kompetensi, kelemahan program pelatihan, serta dampak beban kerja terhadap kinerja dan kualitas hidup pengendali. Hasil menunjukkan bahwa ketidaksesuaian antara kurikulum pelatihan dan tuntutan operasional, serta tingginya beban mental tanpa kompensasi manajemen stres yang memadai, terkait signifikan dengan penurunan kinerja dan peningkatan risiko keselamatan. Artikel ini merekomendasikan paket kebijakan terintegrasi: revisi standar kurikulum berbasis tugas nyata, peningkatan frekuensi dan kualitas pelatihan simulasi, program manajemen beban kerja dan kesehatan mental, serta penguatan mekanisme monitoring kinerja berbasis indikator keselamatan. Implementasi rekomendasi diharapkan meningkatkan kesiapan SDM ATC dan memperkecil potensi gangguan keselamatan penerbangan.

**Kata Kunci:** sumber daya manusia ATC; beban kerja; pelatihan; kesejahteraan psikologis; keselamatan penerbangan.

---

## PENDAHULUAN

Industri penerbangan Indonesia dalam satu dekade terakhir menunjukkan pertumbuhan yang sangat signifikan. Peningkatan jumlah penumpang, ekspansi rute domestik dan internasional, serta bertambahnya jumlah maskapai membuat kebutuhan akan layanan navigasi udara semakin kompleks. (Francisco et al. 2024) Berdasarkan data dari *AirNav Indonesia*, jumlah pergerakan pesawat di berbagai bandara besar seperti Soekarno-Hatta, Juanda, dan Sultan Hasanuddin meningkat secara konsisten setiap tahun. Fenomena ini menandakan dinamika positif dalam sektor penerbangan nasional, namun di sisi lain juga menimbulkan tantangan besar terhadap sistem pengelolaan lalu lintas udara.

Pemandu Lalu Lintas Penerbangan (Air Traffic Controller/ATC) berperan sebagai ujung tombak dalam memastikan keselamatan dan kelancaran arus penerbangan. Mereka bertanggung jawab untuk menjaga jarak aman antar pesawat, memberikan instruksi yang tepat waktu, dan mengambil keputusan kritis dalam situasi yang sering kali terjadi dalam hitungan detik. Dengan meningkatnya intensitas penerbangan, beban kerja yang dihadapi ATC pun meningkat secara drastis. Kondisi ini tidak hanya menuntut kemampuan teknis tinggi, tetapi juga ketahanan mental dan kestabilan emosi yang kuat. (Mallapiang et al. 2022)

Tingginya tekanan operasional membuat profesi ATC tergolong sebagai salah satu pekerjaan dengan tingkat stres paling tinggi di dunia penerbangan. Beban kognitif yang berlebihan, jam kerja panjang, serta paparan terhadap situasi darurat berpotensi menimbulkan kelelahan mental (*mental fatigue*), stres kerja kronis, dan bahkan penurunan performa yang bisa berdampak langsung pada keselamatan penerbangan. (Komunikasi et al. 2024). Karena itu, pengelolaan sumber daya manusia (SDM) yang efektif menjadi aspek krusial dalam menjaga performa dan kesejahteraan ATC.

Sayangnya, berbagai studi menunjukkan bahwa praktik manajemen SDM di sektor ini masih menghadapi sejumlah kendala. Mulai dari ketimpangan antara kebutuhan operasional dan jumlah tenaga ATC, keterbatasan pelatihan lanjutan yang berorientasi pada pengembangan kompetensi kognitif, hingga kurangnya perhatian terhadap aspek kesejahteraan psikologis. Ketiga faktor tersebut beban kerja, kualitas pelatihan, dan kesejahteraan psikologis memiliki hubungan yang saling memengaruhi dan menentukan efektivitas kinerja ATC dalam jangka panjang. (Francisco et al. 2024)

Penelitian ini berfokus pada evaluasi efektivitas praktik SDM di lingkungan kerja ATC di Indonesia dengan meninjau keterkaitan antara ketiga faktor tersebut. Analisis dilakukan untuk memahami sejauh mana manajemen SDM mampu mendukung ATC dalam menghadapi tekanan kerja yang kompleks sekaligus menjaga keselamatan operasional penerbangan. Hasil kajian diharapkan dapat memberikan rekomendasi kebijakan yang konkret bagi lembaga penyedia layanan navigasi udara dan pemangku kepentingan terkait dalam merumuskan strategi pengelolaan SDM yang lebih adaptif, berkelanjutan, dan berorientasi pada keselamatan. (Francisco et al. 2024)

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan kualitas manajemen SDM dalam sektor penerbangan, tetapi juga memperkuat fondasi keselamatan dan efisiensi sistem transportasi udara nasional di era pertumbuhan yang semakin kompetitif.

Gap penelitian yang diidentifikasi dalam kajian ini terletak pada kurangnya penelitian komprehensif yang secara simultan mengkaji interaksi antara beban kerja, kualitas pelatihan, dan kesejahteraan psikologis ATC di konteks Indonesia. Sebagian besar studi terdahulu hanya berfokus pada satu variabel secara terpisah atau menggunakan data dari negara-negara maju yang kondisi operasionalnya berbeda signifikan. Novelty penelitian ini terletak pada pendekatan holistik dan multidimensi yang mengintegrasikan ketiga faktor tersebut dalam satu kerangka analitis, disertai rekomendasi kebijakan yang kontekstual untuk penyelenggara navigasi udara di Indonesia.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **Beban kerja dan kinerja**

Ketidakeimbangan beban kerja menjadi salah satu faktor utama penyebab kesalahan ATC (Edition 2000). Tekanan waktu dan beban mental yang berlebihan dapat menyebabkan kelelahan, penurunan kewaspadaan, dan keterlambatan dalam pengambilan keputusan. Sebaliknya, beban kerja yang terlalu ringan dapat memicu rasa bosan dan menurunkan fokus. (Re and Canada 1993) menegaskan pentingnya optimalisasi beban kerja untuk mempertahankan kesadaran situasional dan efisiensi operasional.

### **Kualitas pelatihan**

Pelatihan yang efektif menjamin kesiapan ATC dalam menghadapi perubahan teknologi dan kompleksitas ruang udara. Kurikulum pelatihan di PPIC Curug telah berkembang melalui penerapan simulasi berbasis skenario dan pelatihan manajemen stres. Namun, tidak konsistennya dalam frekuensi pelatihan dan metode evaluasi masih menjadi kendala dalam menjaga standar kompetensi (Alaydi and Ng 2024)

### **Kesejahteraan psikologis**

Kesejahteraan psikologis memiliki pengaruh kuat terhadap performa kerja ATC, terutama dalam kondisi stres tinggi. Kelelahan emosional, kecemasan, dan burnout sering ditemukan pada sektor lalu lintas udara padat. (Edition 2000) menekankan pentingnya dukungan kesehatan mental dan konseling sebaya untuk menekan tingkat kesalahan dan meningkatkan kepuasan kerja.

## **METODOLOGI**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *System Literature Review* (SLR). Peneliti mencari data untuk menjawab masalah penelitian dengan membaca literatur yang relevan yang dilakukan di database Google Scholar, Scopus, dan ScienceDirect dengan menggunakan kata kunci “air traffic controller workload”, “ATC performance”, “aviation human factors”, “ATC psychological well-being”, dan “SDM penerbangan”. kriteria inklusi

sampel dibatasi pada artikel jurnal yang diterbitkan dalam rentang tahun 2016 sampai dengan 2026. Penelitian kepustakaan adalah jenis penelitian pustaka yang melibatkan berbagai tindakan untuk mengumpulkan dan memproses data dari berbagai sumber pustaka, termasuk buku, jurnal ilmiah, majalah, koran, dan dokumen lainnya (Judijanto, Suryadi, and Tanjung 2024). Dari hasil pencarian awal, diperoleh lebih dari 200 artikel potensial, yang kemudian disaring menjadi 10 artikel terpilih berdasarkan kriteria inklusi dan relevansi topik. Peneliti melibatkan pengumpulan dan analisis literatur terkini tentang manajemen beban kerja ATC, kualitas pelatihan, serta kesejahteraan psikologis dalam lingkungan operasional penerbangan.:

1. Identifikasi Topik dan Ruang Lingkup  
Peneliti terlebih dahulu menentukan fokus kajian serta batasan masalah yang akan ditinjau. Tahap ini bertujuan memastikan bahwa seluruh referensi yang digunakan benar-benar relevan dengan tujuan penelitian.(P et al. 2024)
2. Pengumpulan Sumber Referensi  
Data diperoleh dari jurnal-jurnal ilmiah nasional maupun internasional yang dipublikasikan dalam sepuluh tahun terakhir. Sumber diakses melalui database akademik terpercaya seperti *ScienceDirect*, *ResearchGate*, dan *Google Scholar*. Kriteria pemilihan jurnal meliputi relevansi topik, metodologi yang jelas, serta kualitas publikasi.
3. Seleksi dan Evaluasi Jurnal  
Setiap jurnal yang ditemukan diseleksi menggunakan kriteria kelayakan, seperti kesesuaian variabel, kelengkapan data, serta kejelasan analisis. Peneliti juga melakukan penilaian terhadap kekuatan dan keterbatasan masing-masing artikel untuk memastikan objektivitas kajian.(Judijanto et al. 2024)
4. Analisis Isi  
Jurnal terpilih dianalisis menggunakan pendekatan analisis isi. Peneliti mengidentifikasi pola, temuan utama, perbedaan antar penelitian, serta kontribusi tiap jurnal terhadap topik yang dikaji. Tahap ini memungkinkan penyusunan sintesis teori secara sistematis.
5. Sintesis dan Penyusunan Kerangka Teoretis  
Hasil analisis dari beberapa jurnal kemudian diintegrasikan untuk menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai isu yang diteliti. Sintesis dilakukan dengan menggabungkan temuan-temuan penting, membandingkan pendekatan metodologis, serta menarik implikasi akademik maupun praktis.
6. Penyusunan Laporan Penelitian  
Seluruh proses analisis dirangkum dan disajikan dalam bentuk narasi ilmiah yang terstruktur. Penulisan mengikuti format penulisan ilmiah yang berlaku, mencakup pendahuluan, kajian literatur, metodologi, hasil sintesis, dan kesimpulan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Beban kerja ATC bersifat multifaktorial**

Beban kerja dipengaruhi oleh jumlah dan kompleksitas trafik, kualitas alat bantu (automation), kondisi shift/rostering, serta faktor individu (fatigue, pengalaman). Beberapa review modern menegaskan bahwa pendekatan manajemen workload harus holistik, bukan sekadar menambah staf. (Francisco et al. 2024)

### **Pengukuran workload perlu gabungan metode subjektif & objektif.**

Metode subjektif (mis. NASA-TLX) sering dipakai, tetapi studi eksperimental terbaru menunjukkan nilai tambah pengukuran fisiologis (EEG, variabilitas denyut jantung) untuk

deteksi beban kognitif real-time. Integrasi keduanya meningkatkan akurasi penilaian dan memberi dasar intervensi operasional. (Shao, Li, and Sun 2024)

### **Rostering dan manajemen kelelahan (fatigue risk management)**

Penting untuk menjaga performa. Penjadwalan shift yang buruk dan akumulasi jam malam berdampak signifikan pada kewaspadaan dan kemampuan pengambilan keputusan. Evidence-based rostering dan monitoring tidur dapat mengurangi insiden terkait kelelahan. (Travieso et al. 2023)

### **Automasi membantu tapi bisa jadi double-edged sword.**

Sistem bantuan (data-link, decision support) menurunkan beban kerja dari tugas-rutin tapi dapat menyebabkan masalah situasional seperti underload, skill degradation, atau increase in vigilance demands saat sistem memerlukan intervensi manusia. Oleh karena itu desain HMI dan prosedur pengalihan kendali harus diperhatikan. (Hilburn and Jorna 1998). Konteks lokal berpengaruh: studi lapangan Indonesia menunjukkan korelasi kuat antara peningkatan jumlah traffic dan kenaikan beban kerja ATC implikasinya: penyesuaian staffing, training, dan alat bantu diperlukan untuk database operasional setempat. (Studi-studi lokal di Jakarta dan Curug/Indonesia mendukung temuan ini).

### **Sintesis Kritis dan Implikasi Akademik**

Secara kritis, temuan-temuan dari berbagai literatur di atas menunjukkan pola yang konsisten namun juga mengandung ketegangan konseptual yang perlu diperhatikan. Di satu sisi, bukti empiris mengkonfirmasi bahwa peningkatan otomatisasi dapat menurunkan beban kerja rutin; namun di sisi lain, kajian Hilburn dan Jorna (1998) justru mengidentifikasi risiko degradasi keterampilan manual ketika ketergantungan pada sistem otomatis terlalu tinggi. Kondisi ini menciptakan dilema bagi pengambil kebijakan: mempercepat otomatisasi berarti mengorbankan kesiapan intervensi manusiawi, sementara memperlambatnya berarti mempertahankan beban kognitif yang tinggi.

Lebih jauh, terdapat kesenjangan antara temuan studi global dan kondisi Indonesia. Penelitian internasional umumnya dilakukan di negara dengan rasio ATC per penerbangan yang lebih baik dan infrastruktur dukungan psikologis yang sudah matang. Sementara itu, konteks Indonesia yang dicirikan oleh pertumbuhan lalu lintas udara yang pesat tanpa diimbangi penambahan personel yang proporsional, menghasilkan tekanan ganda: beban kerja tinggi sekaligus minimnya safety net psikologis. Oleh karena itu, adopsi rekomendasi internasional perlu disesuaikan secara kontekstual, bukan diterapkan secara langsung. Hal ini menjadi celah ilmiah yang membedakan penelitian ini dari kajian-kajian sebelumnya dan memperkuat relevansi akademiknya bagi pengembangan kebijakan SDM ATC di Indonesia.

## **KESIMPULAN**

Penelitian ini menyimpulkan bahwa efektivitas praktik Manajemen Sumber Daya Manusia (SDM) merupakan pilar fundamental dalam menjaga kinerja dan keselamatan *Air Traffic Controller* (ATC) di Indonesia. Kinerja keselamatan seorang pemandu lalu lintas udara tidak dapat dipisahkan dari interaksi tiga faktor utama, yaitu pengelolaan beban kerja yang seimbang, pembaruan kualitas pelatihan yang adaptif, dan dukungan kesejahteraan psikologis yang sistematis. Ketidaksesuaian antara kurikulum pelatihan konvensional dengan dinamika lalu lintas udara yang padat, ditambah tingginya beban kognitif tanpa adanya manajemen stres yang memadai, terbukti berkorelasi signifikan terhadap penurunan kesadaran situasional (*situational awareness*) dan peningkatan risiko insiden keselamatan penerbangan. Oleh karena itu, penguatan keandalan SDM navigasi udara memerlukan pendekatan yang holistik, tidak

sekadar berfokus pada penambahan kuantitas staf, melainkan pada optimalisasi kualitas lingkungan kerja dan kapasitas mental personel

Kelelahan kerja, beban kognitif, dan kesejahteraan psikologis Air Traffic Controller (ATC) merupakan tiga dimensi yang saling terkait dan tidak dapat ditangani secara parsial. Berdasarkan sintesis literatur yang dilakukan, ditemukan bahwa akumulasi jam kerja malam, keterbatasan metode pengukuran beban kerja yang masih bersifat subjektif, kesenjangan antara kurikulum pendidikan dengan tuntutan tugas nyata di lapangan, serta minimnya dukungan psikologis formal merupakan faktor-faktor utama yang berkontribusi terhadap risiko penurunan performa dan keselamatan operasi lalu lintas udara.

Atas dasar temuan tersebut, penelitian ini menegaskan perlunya langkah strategis terintegrasi dari tiga sisi sekaligus: penguatan tata kelola operasional melalui penjadwalan shift berbasis bukti dan pengukuran beban kerja yang menggabungkan indikator subjektif-objektif (AirNav/Kemhub), penyesuaian kurikulum pendidikan penerbangan agar lebih berorientasi pada simulasi skenario nyata, serta pembentukan sistem dukungan psikologis berkelanjutan di tingkat institusi. Ketiga langkah ini saling melengkapi dan diharapkan dapat menurunkan risiko *human error* akibat *fatigue* maupun *burnout*.

## REFERENSI

- Alaydi, Bader, and Siew-imm Ng. 2024. "Mitigating the Negative Effect of Air Traffic Controller Mental Workload on Job Performance : The Role of Mindfulness and Social Work Support." Edition, First. 2000. "Human Factors Guidelines For Air Traffic Management (ATM) Systems."
- Francisco, P., De Frutos, Víctor Fernando G, Raquel Delgado-aguilera Jurado, and Patricia María L. 2024. "Understanding the Research on Air Traffic Controller Workload and Its Implications for Safety : A Science Mapping-Based Analysis ~ o Su A." 176(April). doi:10.1016/j.ssci.2024.106545.
- Hilburn, Brian, and Peter G. A. M. Jorna. 1998. "Conflict Probes ),." 1–11.
- Judijanto, Loso, Irwan Suryadi, and Rahman Tanjung. 2024. "Network Analysis of Research Collaboration in Skills-Based Leadership : A Bibliometric Approach." 2(01):64–70.
- Komunikasi, Analisis, Beban Kerja, Airnav Indonesia, and Cabang Palembang. 2024. "Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika Dan Komunikasi Analisis Komunikasi Beban Kerja Air Traffic Controller ( ATC ) Dalam Menjaga Keselamatan Lalu Lintas Penerbangan Di Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika Dan Komunikasi." 5(1):244–54.
- Mallapiang, Fatmawaty, Ayu Wulandari, Pertiwi Hamid, and Hasbi Ibrahim. 2022. "Description of Qualitative Workload, Career Development and Personal Responsibility Toward The Risk Of Work Stress Operators On Air Traffic Controller (ATC)." 3(1).
- P, Ryan Restu, M. Isa Anshori, Moh Marwasi, Siti Masrifah, and Desika Livania. 2024. "Honed Leadership Skills : An Experience Based Approach." 1(2).
- Re, M. O. N. T., and A. L. Canada. 1993. "I c a O."
- Shao, Quan, Hui Li, and Zhe Sun. 2024. "Air Traffic Controller Workload Detection Based on EEG Signals."
- Travieso, David, Jorge Ib, A. Navia, Aitor Montes, David M. Jacobs, and Patricia L. Frutos. 2023. "Journal of Air Transport Management Experimental Val Idation of COMETA Model of Mental Workload in Air." 108 (December 2022). doi:10.1016/j.jairtraman.2023.102378