

Review Hasil Penelitian Ergonomi Kokpit Sebagai Perbaikan Lingkungan Kerja Pilot

Nurida Finahari^{1✉}, Gatot Soebiyakto²

¹Prodi Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang, Jawa Timur, Indonesia

²Prodi D3 Otomotif Universitas Widyagama Malang, Jawa Timur, Indonesia

Email: ¹nfinahari@widyagama.ac.id, ²soebiyakto@widyagama.ac.id

Info Artikel

Kata Kunci:

Ergonomi, kokpit, pesawat, pilot

Keywords:

Ergonomy, cockpit, airplane, pilot

Abstrak

Pilot merupakan faktor manusia yang memainkan peranan utama dalam dunia penerbangan. Beban kerja pilot dengan tingkat kelelahan yang relatif tinggi sangat berpengaruh terhadap keselamatan penerbangan. Kondisi kerja yang memberikan kenyamanan sangat diperlukan. Perbaikan dan pengembangan kokpit pesawat perlu dilakukan untuk mendapatkan kondisi kerja pilot yang sesuai. Artikel ini bertujuan untuk mereview hasil penelitian ergonomi kokpit sebagai perbaikan lingkungan kerja pilot. *Review* dilakukan dengan penelusuran pustaka hasil penelitian di internet. Pencarian dilakukan dengan kata kunci ergonomi, kokpit, pesawat dan pilot, kemudian disusun ringkasan topik riset dan hasil penelitiannya. Hasil penelusuran mendapatkan 9 referensi yang disusun berdasarkan urutan tahun dan ditampilkan dalam bentuk tabel. Hasil ringkasan dianalisis untuk mendapatkan perkembangan dan tren penelitian yang ada. Hasil *review* menunjukkan bahwa pengembangan kokpit pesawat banyak dilakukan pada kursi pilot. Kajian dilakukan pada aspek biomekanika yaitu respon tubuh terhadap lingkungan kerja. Pengembangan juga dilakukan untuk tata letak kokpit, sistem kontrol dan alat bantu latihan bagi pilot.

Abstract

Pilot is a human factor that plays a major role in the world of aviation. Pilot workload with a relatively high level of fatigue greatly affects flight safety. Working conditions that provide comfort are indispensable. Repair and development of the cockpit of the aircraft needs to be done to get the pilot working conditions suitable. This article aims to review the results of cockpit ergonomics research as an improvement in the pilot's work environment. The review is carried out by searching the literature for research publications on the internet. The search was conducted using the keywords ergonomics, cockpit, aircraft and pilot, then compiling a summary of research topics and results. The search results obtained 9 references, are arranged in year order and presented in tabular form. The summary results are analyzed to obtain existing research developments and trends. The results of the review show that the development of the cockpit of the aircraft is mostly done on the pilot's seat. The study was conducted on the biomechanics aspect, namely the body's response to the work environment. Developments were also made for the cockpit layout, control system and training aids for pilots.

© 2022 Author

PENDAHULUAN

Pilot adalah seorang yang mengoperasikan kendali penerbangan (*flight*

control) suatu pesawat udara selama masa penerbangan (Dwi Saputra et al., 2015). Pilot merupakan salah satu personel penerbangan

yang rentan terkait keselamatan penerbangan (Rahmawati et al., 2021). Kondisi kesehatan dan performa pilot menjadi isu penting dalam keselamatan penerbangan, karena bagaimanapun pilot adalah ujung tombak keselamatan dalam dunia penerbangan (Susanti; Yati Nurhayati, 2014).

Kecelakaan pesawat terbang sesungguhnya berkaitan erat dengan keselamatan dan keamanan penerbangan dan tidak serta merta menjadi tanggung jawab penerbang seorang diri namun dipengaruhi oleh satu atau lebih gabungan dari tiga faktor utama dalam penerbangan yaitu manusia (*man*), mesin (*machine*) dan media (*medium*) (Putri, 2019). Dari berbagai laporan resmi penyelidikan tentang penyebab kecelakaan pesawat dapat digambarkan bahwa masih relatif tingginya angka kecelakaan pesawat yang disebabkan oleh faktor kesalahan manusia (Wibowo, 2017). Pilot dapat dikenakan sanksi pidana sebagai non punitive action (kebijakan menghukum) akibat kecelakaan dan insiden serius pesawat (Danu & Novianto, 2017).

Kinerja pilot dipengaruhi oleh faktor waktu terbang, fase terbang, lokasi dan cuaca (Saputra et al., 2016). Kelelahan merupakan penyumbang terbesar yang mempengaruhi performa pilot, khususnya dalam penyelenggaraan maskapai komersial (Susanti; Yati Nurhayati, 2014). Kondisi yang paling terbebani atau beban kerja mental pilot akan meningkat (level tertinggi) apabila pilot dihadapkan pada saat pesawat akan melakukan prosedur pendaratan (*landing*) (Saputra et al., 2015) dan perubahan kondisi angin. (Saputra et al., 2015). Pilot helikopter lebih banyak mengalami paparan kebisingan dan gangguan pendengaran dibandingkan pilot casa. Lama masa kerja dan jumlah jam terbang juga berhubungan dengan gangguan pendengaran, sedangkan usia tidak berhubungan (Nurfutriyana et al., 2020).

Niat pilot (pilot intension) adalah dipengaruhi oleh serangkaian fisiologis, psikologis, dan faktor fisik pilot. Proses manuver pilot pesawat adalah proses kognitif berulang-ulang yaitu persepsi – penilaian – keputusan – eksekusi (Wang et al., 2020).

Awak terdistribusi untuk penerbangan komersial bisa meningkatkan keselamatan dalam skenario darurat. Awak pesawat yang didistribusikan untuk penerbangan komersial akan membutuhkan rekonseptualisasi peran dan tugas sistem manusia dan teknis dalam berbagai fungsi (Stanton et al., 2019).

Sebuah hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat keselamatan penerbangan di Indonesia masih di bawah rata-rata global/penerbangan dunia. Hal ini menunjukkan masih ada masalah yang belum tuntas secara ergonomi makro (Poerwanto, 2017). Konfigurasi kokpit yang nyaman bagi pilot merupakan syarat untuk meningkatkan keamanan dan menjamin pilot dalam kondisi yang baik (Sasongko et al., 2017). dalam memperbaiki rancangan cockpit (anjungan pesawat terbang) beserta isinya, sangat dianjurkan untuk mengacu dan memperhatikan segi ergonomi (Saputro et al., 2018). Desain dan tata letak kokpit dimulai dari yang sangat dasar hingga kokpit yang penuh sesak. Hal ini menghasilkan tingkat stres yang tinggi dan tingkat kesalahan yang tinggi. Sebagai hasil dari penelitian yang dilakukan, kokpit dirancang agar lebih sesuai dengan operator manusia (Shubham & Devendra, 2015).

Tata letak kokpit yang wajar adalah prasyarat untuk mengurangi kesalahan, meningkatkan keamanan, kenyamanan piloting, dan menjamin pilot dalam kondisi baik (Rune et al., 2008). Desain dan perbaikan kokpit sebagai tempat kerja pilot sangat penting dilakukan. Hal ini berkaitan dengan beban kerja pilot dan kelelahannya yang sangat berdampak terhadap keselamatan penerbangan. Artikel ini bertujuan untuk mereview hasil penelitian ergonomi kokpit sebagai perbaikan lingkungan kerja pilot.

METODE

Review dilakukan dengan penelusuran pustaka publikasi hasil penelitian ergonomi kokpit pesawat. Penelusuran pustaka dilakukan dengan pencarian referensi berbasis internet menggunakan kata kunci yang sesuai yaitu ergonomi, kokpit, pesawat dan pilot. Referensi

hasil penelitian meliputi penelitian di lingkup dalam negeri maupun luar negeri.

Referensi yang didapat selanjutnya disusun ringkasan risetnya dalam bentuk tabel. Referensi-referensi disusun berdasarkan urutan tahun publikasi dan ditulis berdasarkan

kategori referensi dan tahun publikasi, topik riset serta hasilnya. Ringkasan ini selanjutnya didiskusikan untuk mendapatkan tren riset, perkembangan dan peluang riset selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Ringkasan hasil penelitian ergonomi kokpit pesawat

Referensi	Topik Riset	Hasil
(Goossens et al., 2000)	Analisis biomekanika dimensi kursi pilot pesawat sipil	Mayoritas dimensi tidak memenuhi standar penerbangan. Opsi penyesuaian bawaan tidak cukup, khususnya untuk pilot yang lebih tinggi. Identifikasi yang paling bermasalah adalah kursi horisontal, kursi efektif yang tidak mencukupi kedalaman, ketinggian penyangga lumbal yang tidak mencukupi dan tidak adanya penyesuaian ketinggian untuk sandaran tangan.
(Rune et al., 2008)	Metode penilaian ergonomi pada tata letak kokpit pesawat sipil berbasis desain virtual	Estimator pertama terhadap kursi pilot disesuaikan untuk memenuhi persyaratan bidang visual luar. Posisi kursi netral adalah mundur dan ke atas, penyesuaian ketinggian ke atas, penyesuaian depan dan belakang adalah arah mundur. Posisi netral pedal <i>redder</i> sudah sesuai, rentang penyetelan harus diubah, posisi terdepan harus diubah ke belakang dan ke bawah
(Chen et al., 2014)	Evaluasi tata letak ergonomis kokpit pesawat berdasarkan pengambilan keputusan multiatribut linguistik yang tidak pasti	Metode yang digunakan dapat mengevaluasi secara kuantitatif kasus tata letak ergonomis kokpit dan membandingkan pro kontra dari kasus yang berbeda, menghindari penyimpangan evaluasi ahli, dan mengurangi siklus pengembangan. Metode juga dapat memberikan referensi untuk evaluasi ergonomi topik terkait seperti kokpit helikopter atau tata letak manusia-mesin kokpit tempur
(Sasongko et al., 2017)	Evaluasi ergonomi kokpit pesawat udara N-219 dengan <i>usability testing</i>	Kokpit perlu didesain ulang untuk bisa mengakomodasi pilot yang memiliki tubuh di atas rata-rata karena secara umum sistem yang berjalan saat ini masih kurang nyaman bagi pilot yang memiliki persentil atas.
(Saputro et al., 2018)	Uji tingkat keandalan dan kenyamanan rancangan alat kemudi <i>rudder</i> berbasis kendali tangan	Hasil pengujian diperoleh bahwa tidak ada keluhan rasa sakit dan pegal pada tangan hanya saja ada kegiatan latah pada pengguna. Kegiatan latah ini perlu maklumi karena pada dasarnya alat kemudi pesawat yang menggabungkan kedua alat kemudi ini belum pernah ditemukan di beberapa pesawat komersil maupun militer
(Gupta et al., 2018)	Evaluasi desain kursi pilot dengan data antropometri orang India	Temuan parameter optimal ini dapat digunakan untuk berbagai antropometri pilot yang akan membantu meningkatkan kenyamanan saat duduk di kursi pesawat dan menghasilkan pengurangan gaya yang dihasilkan pada punggung dan ketidaknyamanan di kaki
(W. Yang et al., 2019)	Antarmuka manusia di kokpit pesawat sipil berbasis teknologi kontrol sentuh	Panel kontrol sentuh <i>overhead</i> tidak hanya dapat secara efektif mengurangi beban kerja pilot, mengurangi berat sistem, tetapi juga memastikan keselamatan penerbangan yang sama dengan panel fisik.
(O'Connor et al., 2020)	Upaya pencegahan cedera muskuloskeletal	Rekomendasi perangkat latihan portabel mandiri yang mudah untuk awak pesawat yang dapat meningkatkan daya tahan otot leher dan rentang gerak tulang belakang serta mengurangi frekuensi nyeri leher pada pilot
(X. Yang et al., 2022)	Evaluasi manipulasi kenyamanan pilot pada skenario penerbangan berbeda di bawah perbedaan suhu lingkungan	Di bawah suhu lingkungan yang berbeda, nilai aktivasi sebagian besar otot menunjukkan tren penurunan. Ketika suhu lingkungan naik dari 20° C menjadi 31° C, rata-rata suhu kulit sembilan titik tes pada peserta secara bertahap meningkat, di antaranya suhu anggota badan gerak bagian atas (lengan atas, lengan bawah, dan punggung tangan) dan tungkai bawah (paha, betis, dan punggung kaki) naik lebih signifikan daripada bagian yang lain

Hasil *review* di tabel 1 menunjukkan bahwa publikasi yang didapat sebanyak 9 artikel terdiri dari 2 publikasi lingkup dalam negeri dan 7 publikasi luar negeri. Penelitian dilakukan pada rentang waktu tahun 2000 sampai dengan 2022. Hal ini menunjukkan bahwa upaya perbaikan dan pengembangan kokpit pesawat terus dilakukan. Urgensi kenyamanan kerja seorang pilot masih menjadi perhatian khusus di kalangan peneliti.

Penelitian banyak difokuskan pada kursi pilot pesawat. Pengembangan kursi pilot mengacu pada parameter visual kondisi di luar pesawat. Desain kursi pilot ini dilakukan agar kursi dapat diatur dan disesuaikan dengan karakteristik antropometri seorang pilot (Goossens et al., 2000) (Rune et al., 2008) Sasongko et al., 2017) (Gupta et al., 2018). Desain dilakukan untuk mengurangi kelelahan fisik terkait bagian punggung (tulang belakang) (Gupta et al., 2018) O'Connor et al., 2020) dan kaki (Gupta et al., 201). Penelitian juga difokuskan pada kelelahan leher O'Connor et al., 2020).

Kondisi kerja di kokpit difokuskan pada berbagai perubahan suhu (X. Yang et al., 2022). Hal ini terkait dengan kondisi alam sekitar saat penerbangan dimana temperatur lingkungan dapat mempengaruhi temperatur ruang kokpit. Reaksi bagian tubuh terhadap perubahan temperatur menjadi bagian kajian ini.

Pengembangan selanjutnya dilakukan untuk perbaikan sistem kontrol. Pengembangan dilakukan dengan tata letak kokpit (Chen et al., 2014), alat kemudi *rudder* (Saputro et al., 2018) maupun panel kontrol sentuh (W. Yang et al., 2019). Pengembangan selanjutnya dilakukan untuk perangkat latihan yang mudah digunakan oleh pilot (O'Connor et al., 2020).

Hasil *review* menunjukkan bahwa tren riset perbaikan dan pengembangan kokpit pesawat dilakukan dari aspek biomekanika. Aspek ini merupakan kajian respon tubuh manusia terhadap kondisi kerja pilot. Kenyamanan yang berpengaruh terhadap kelelahan menjadi faktor pertimbangan

utama. Perangkat sistem kontrol yang lebih ergonomis dikembangkan sebagai bagian perbaikan terhadap respon tubuh pilot.

KESIMPULAN

Penelitian perbaikan dan pengembangan kokpit pesawat dilakukan berdasarkan aspek biomekanika yaitu respon tubuh terhadap kondisi kerja kokpit. Pengembangan banyak dilakukan untuk kursi pilot. Pengembangan selanjutnya dilakukan untuk tata letak, dan sistem kontrol. Kajian selanjutnya dapat dilakukan untuk perbaikan kondisi kerja kru pesawat yang lain seperti pramugara/i atau kru teknis.

REFERENSI

- Chen, J., Yu, S., Wang, S., Lin, Z., Liu, G., & Deng, L. (2014). Aircraft cockpit ergonomic layout evaluation based on uncertain linguistic multiattribute decision making. *Hindawi Advances in Mechanical Engineering*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/698159>
- Danu, R. F., & Novianto, W. T. (2017). Non Punitive Action Terhadap Pilot Akibat Kecelakaan dan Insiden Serius Pesawat Udara Sipil di Indonesia. *Jurnal Pasca Sarjana Hukum UNS*, V(2), 87–100.
- Dwi Saputra, A., Priyanto, S., Muthohar, I., & Bhinnety, M. (2015). Pengkajian Tingkat Beban Kerja Mental Pilot Pesawat Terbang Dalam Melaksanakan Tahap Fase Terbang (Phase of Flight). *The 18th FSTPT International Symposium, Unila, Bandar Lampung*, 1–11. <https://doi.org/10.24002/jts.v13i3.874>
- Goossens, R. H. M., Snijders, C. J., & Fransen, T. (2000). Biomechanical analysis of the dimensions of pilot seats in civil aircraft. *Applied Ergonomics*, 31(1), 9–14. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00028-9](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00028-9)
- Gupta, I., Kalra, P., Chawla, P., & Singh, J. (2018). Evaluation of Pilot's Seat Design of Civil Aircraft for Indian Anthropometric Data by using Delmia Human Software. *Procedia Manufacturing*, 26, 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.009>

- Nurfitriyana, Ivone, J., & Adhy, P. (2020). Influencing Factors of Hearing Disorder in Helicopter and Casa Pilots. *Journal of Medicine and Health*, 2(5), 22–30.
<https://doi.org/10.28932/jmh.v2i5.1846>
- O'Connor, D. K., Dalal, S., Ramachandran, V., Shivers, B., Shender, B. S., & Jones, J. A. (2020). Crew-Friendly Countermeasures Against Musculoskeletal Injuries in Aviation and Spaceflight. *Frontiers in Physiology*, 11(July), 1–12.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00837>
- Poerwanto, Ek. (2017). *Analisis Ergonomi Makro Pada Industri Penerbangan Indonesia Untuk Peningkatan Keselamatan Penerbangan*. Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta.
- Putri, S. H. R. (2019). *Analisis Beban Kerja Pada Phase of Flight Dalam Safety Performance Pilot Di Bandar Udara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang*.
https://repository.unsri.ac.id/2389/3/RAMA_13201_10011281520206_0018018007_01_front_ref.pdf
- Rahmawati, R., Martono, M., Pangesti, R. D., & Mahbub, J., (2021). Persentase Jumlah Kecelakaan Dan Accident Causation Model Transportasi Udara Di Indonesia Pada Masa Pandemi Covid Tahun 2020, *Bangun Rekaprima*, 07(2), 62–70.
https://jurnal.polines.ac.id/index.php/bangun_rekaprima/article/view/2998
- Rune, S., Hongjun, X., & Bifeng, S. (2008). Ergonomic assessment method for cockpit layout of civil aircraft X based on virtual design. *ICAS Secretariat - 26th Congress of International Council of the Aeronautical Sciences 2008, ICAS 2008*, 6, 17–24.
- Saputra, A. D., Muthohar, I., Priyanto, S., & Bhinnety, M. (2015). Pengaruh Kondisi Cuaca Penerbangan (Aviation Weather) Terhadap Beban Kerja. *Jurnal Transportasi*, 15(November), 159–168.
- Saputra, A. D., Priyanto, S., & Muthohar, I. (2016). Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Pilot Dan Kecelakaan Pesawat Terbang Dengan Pendekatan Partial Least Square (PLS). *Warta Penelitian Perhubungan*, 28(2), 71.
<https://doi.org/10.25104/warlit.v28i2.689>
- Saputro, M. A., Thawafani, L., & Swariningrum, N. I. (2018). Kemudi Rudder Berbasis Kendali Tangan Pada Sistem Intensitas Beban Kerja Mental Yang Tinggi. *Simposium Nasional RAPI XVII – 2018 FT UMS*, 135–140.
- Sasongko, T. W., Kartika, N., Septyan, T., E, D. B., & Sampurno, B. (2017). Evaluasi Ergonomi Kokpit Pesawat Udara N-219. *M.P.I*, 11(3), 221–230.
- Shubham, S., & Devendra, J. (2015). Design Review of Aircraft Cockpit for Aesthetic and Ergonomic Considerations. *International Journal of Science and Research*, 6(2), 2319–7064.
www.ijsr.net
- Stanton, N. A., Li, W. C., & Harris, D. (2019). Editorial: Ergonomics and Human Factors in Aviation. *Ergonomics*, 62(2), 131–137.
<https://doi.org/10.1080/00140139.2019.1564589>
- Susanti, Yati Nurhayati. (2014). Jurnal Perhubungan Udara Tingkat Kelelahan Pilot Indonesia dalam Menerbangkan Pesawat Komersial Rute Pendek, *Warta Ardhia: Jurnal Perhubungan Udara*, 40(4), 251–266.
- Wang, H., Pan, T., Si, H., Li, Y., & Jiang, N. (2020). Research on Influencing Factor Selection of Pilot's Intention. *Hindawi International Journal of Aerospace Engineering*, 2020.
<https://doi.org/10.1155/2020/4294538>
- Wibowo, S. A. (2017). The Effect of Airmanship and Safety Culture on The Aviation. *Jurnal Prodi Strategi Pertahanan Udara*, 3(3), 1–24.
- Yang, W., Sun, Q., Gao, X., Dong, D., & Ma, X. (2019). Human Interface Research of Civil Aircraft Cockpit Based on Touch Control Technology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 608(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/608/1/012018>
- Yang, X., Sun, Y., Wu, Z., & Wang, Z. (2022). Evaluation of Pilot Manipulation Comfort in Different Flight Scenarios under Different Ambient Temperatures. *Aerospace*, 9(122), 1–15.