



Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Manajemen Keselamatan Penerbangan: Faktor Manusia, Lingkungan Pengoperasian, dan Teknologi Pesawat Terbang

Andi Frianto Perangin Angin¹, Rifqi Raza Bunahri²

¹ Politeknik Penerbangan Jayapura, Indonesia, pranginanginandi@gmail.com

² Politeknik Penerbangan Jayapura, Indonesia, rifqiraza@gmail.com

Korespondensi Penulis: Andi Frianto Perangin Angin

Abstract: *Aviation safety management becomes more important to be considered because flight accidents can give a broader impact. Not only endangering its crews and passengers, but flight accidents also threaten people's lives on the ground. This article then aims to explain the factors that influence aviation safety management. In the process, the authors use the qualitative research method by focusing on the literature review or studying the previous research. The result of this article shows that there are three factors that have an influence to aviation safety management. First, the human factor includes pilots, aviation operators, and other aviation staff. Second, operating space which includes weather conditions and the airport. Third, aircraft and its technologies which can be seen through good aircraft design and construction, as well as the technology that has a crucial role in aircraft operation.*

Keywords: *Aviation Safety Management, Human Capability, Operating Space, Aircraft Technology.*

Abstrak: Manajemen keselamatan penerbangan menjadi semakin penting untuk diperhatikan karena kecelakaan pesawat mampu memberikan dampak yang meluas. Tidak hanya membahayakan para awak dan penumpangnya, kecelakaan pesawat juga dapat mengancam keselamatan orang-orang yang berada di daratan. Tulisan ini kemudian bertujuan untuk menjelaskan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap manajemen keselamatan penerbangan. Dalam prosesnya, metode yang digunakan ialah metode penelitian kualitatif dengan berfokus pada *literature review* atau pengkajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tiga faktor yang memiliki pengaruh terhadap manajemen keselamatan penerbangan. Pertama, faktor manusia yang meliputi pilot, operator penerbangan, dan staf penerbangan lainnya yang bertanggung jawab pada efektivitas penerbangan. Kedua, lingkungan pengoperasian yang meliputi kondisi cuaca dan bandara. Ketiga, teknologi pesawat terbang yang dapat dilihat dari desain dan konstruksi pesawat yang baik, serta teknologi yang berperan penting dalam pengoperasian pesawat.

Kata Kunci: Manajemen Keselamatan Penerbangan, Kemampuan Manusia, Lingkungan Operasi, Teknologi Pesawat Terbang.

PENDAHULUAN

Penerbangan telah diakui sebagai moda transportasi yang paling aman dengan jumlah kecelakaan dan kefatalan yang lebih rendah dibandingkan dengan moda transportasi lainnya. Meskipun demikian, manajemen keselamatan penerbangan tetap menjadi pertimbangan penting karena kecelakaan pesawat tidak hanya menyebabkan cedera dan kematian, tetapi juga memberikan dampak negatif terhadap sektor penerbangan global (Denney et al., 2019). Kecelakaan pesawat memiliki skala yang lebih luas, seperti kecelakaan di udara, malfungsi pesawat akibat serangan burung, tabrakan landasan pacu, dan sebagainya. Ini menyebabkan kecelakaan pesawat mengancam keselamatan orang-orang dan properti yang berada di daratan, terutama ketika kecelakaan pesawat terjadi di kota yang padat penduduk (Li et al., 2020).

Oleh karena itu, keselamatan menjadi refleksi utama dalam pelaksanaan segala aktivitas penerbangan. Keselamatan didefinisikan sebagai sebuah kondisi ketika risiko bahaya bagi individu atau kerusakan properti berhasil direduksi dan terpelihara pada atau di bawah level tertentu melalui proses identifikasi bahaya dan manajemen risiko yang berkelanjutan (Bala et al., 2013; Guzanek & Borucka, 2021). Keselamatan biasanya termanifestasi dalam tindakan-tindakan yang diterapkan untuk menangani ancaman dan risiko yang ada. Sementara itu, manajemen keselamatan penerbangan dapat diartikan sebagai kondisi tertentu yang memastikan bahwa pesawat dapat terbang dengan baik tanpa membahayakan keselamatan para awak, penumpang, pesawat itu sendiri, serta populasi dan fasilitas yang berada di daratan (Guzanek & Borucka, 2021). Dengan demikian, manajemen keselamatan penerbangan harus diakui sebagai isu yang mengharuskan adanya respon regional dan internasional (Guthrie, 2010).

Tulisan ini kemudian bertujuan untuk menjelaskan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap manajemen keselamatan penerbangan. Oleh karena itu, tulisan ini mengusung tiga rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh faktor manusia terhadap manajemen keselamatan penerbangan?
2. Bagaimana pengaruh lingkungan pengoperasian terhadap manajemen keselamatan penerbangan?
3. Bagaimana pengaruh teknologi pesawat terbang terhadap manajemen keselamatan penerbangan?

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kualitatif. Metode ini telah memperoleh banyak perhatian karena menyajikan pemahaman yang lebih mendalam terkait peristiwa atau fenomena tertentu (Mohajan, 2018). Penulis kemudian menggunakan literature review dengan mengkaji penelitian-penelitian terdahulu yang membahas persoalan terkait manajemen keselamatan penerbangan. Dalam prosesnya, penulis melakukan beberapa langkah yang meliputi (1) mengumpulkan sejumlah data dari berbagai sumber kredibel sebagai bahan referensi; (2) menganalisis konten atau isi dengan membaca data-data tersebut secara teliti; serta (3) mengembangkan hasil analisis data dan menuliskannya ke dalam bentuk artikel jurnal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Faktor Manusia terhadap Manajemen Keselamatan Penerbangan

Faktor manusia merupakan tantangan utama dalam manajemen keselamatan penerbangan. Hal ini dikarenakan sebagian besar kecelakaan terjadi akibat adanya *human error* atau kesalahan manusia, seperti *gap* dalam komunikasi dan kurangnya pelatihan yang baik (Bala et al., 2013). Dalam sistem manajemen keamanan dan keselamatan, staf penerbangan dapat melakukan penyimpangan selama menjalankan sistem tersebut. Staf penerbangan memang bersifat fundamental untuk memastikan tercapainya level keselamatan yang tepat dengan menerapkan serangkaian prosedur tertentu. Akan tetapi, mereka juga dapat menjadi sumber ancaman bagi keselamatan penerbangan karena adanya kesalahan atau ketidaksengajaan. Ini menyebabkan munculnya konsep baru bernama ‘ancaman personil’ yang merujuk pada kondisi ketidakcakapan pada kesiapan profesional operator dan parameter situasi dalam sistem keamanan penerbangan (Averin & Ovchenkov, 2020 dalam Elisov et al., 2021).

Manajemen keselamatan penerbangan juga dapat terpengaruh oleh adanya kelalaian dan misoperasi yang dilakukan oleh pilot, pengontrol, dan teknisi selama proses pengoperasian penerbangan, pengontrolan lalu lintas udara, dan pemeliharaan pesawat (Wiegman & Shappell, 2017). Tak hanya itu, upah pilot bahkan menjadi salah satu faktor dominan dalam menjelaskan manajemen keselamatan penerbangan, di samping pelatihan dan lisensi personil. Hal ini menggarisbawahi pentingnya untuk membentuk kerangka peraturan yang kuat dalam menegakkan kepatuhan terhadap prosedur dan memastikan keselamatan penerbangan.

Akan tetapi, meskipun pilot memiliki tanggung jawab terakhir untuk memastikan bahwa persiapan terbang sudah lengkap dan memenuhi seluruh persyaratan, operator penerbangan tetap berperan penting untuk menjamin bahwa pesawat telah memenuhi kelayakan untuk terbang. Operator penerbangan juga harus memastikan bahwa kriteria-kriteria lain telah terpenuhi, seperti instrumen, pemeliharaan, serta distribusi massa dan muatan. Aspek penting lainnya yang harus dimiliki oleh operator penerbangan ialah kemampuan untuk membentuk aturan terkait batasan waktu terbang dan periode tugas bagi para awak kapal, sehingga dapat menghindari kelelahan atau kepenatan yang dapat mengancam keselamatan penerbangan (Low & Yang, 2018).

Lebih lanjut, terdapat pula pihak-pihak lain yang bertanggung jawab atas manajemen keselamatan penerbangan, khususnya para staf yang bertugas di bandara. Ini dikarenakan terdapat sejumlah tugas keamanan yang perlu dilakukan di bandara, seperti pemindaian keamanan penumpang, pengecekan keamanan koper yang dibawa oleh penumpang, dan pengontrolan akses terhadap area-area terbatas. Selain itu, perlu juga dilakukan investigasi kecelakaan sebagai sebuah praktik keselamatan untuk menyelidiki bahaya-bahaya yang tidak diharapkan. Investigasi ini menyediakan pelajaran untuk mengidentifikasi kemungkinan bagi peningkatan pada aspek-aspek tertentu (Van Asselt, 2018).

Pernyataan bahwa faktor manusia berpengaruh terhadap manajemen keselamatan penerbangan sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Yoo (2009), Guthrie (2010), Bala et al. (2013), Wiegman & Shappell (2017), Low & Yang (2018), Van Asselt (2018), Susanto et al. (2020), Elisov et al. (2021), dan Trirattavanich et al. (2021).

Pengaruh Lingkungan Pengoperasian terhadap Manajemen Keselamatan Penerbangan

Lingkungan pengoperasian merujuk pada lingkungan yang berada di sekitar pesawat, baik saat mengudara maupun mendarat. Lingkungan ini dibagi ke dalam dua kategori, yakni cuaca dan bandara. Manajemen keselamatan penerbangan senantiasa dipengaruhi oleh lingkungan sekitar sebagai akibat dari meningkatnya fenomena alam yang semakin intens (Bala et al., 2013). Cuaca pun tetap menjadi salah satu tantangan utama bagi manajemen keselamatan penerbangan, mulai dari *icing effects* pada daratan dan ketinggian, hujan angin

dan serangan petir, kabut dan salju, interferensi elektromagnetik eksternal yang kuat, hingga peristiwa mayor seperti awan abu vulkanik yang dapat memberikan dampak besar terhadap penerbangan. Oleh karena itu, diperlukan adanya kemampuan untuk memprediksi dan menghindari sejumlah dampak cuaca tersebut. Sebagai contoh, pemahaman dan pemodelan tentang peristiwa *icing* perlu ditingkatkan, sehingga material dan prosedur yang lebih baik dapat dikembangkan untuk mengantisipasi dan menangani terjadinya pembentukan es (European Commission, 2018).

Lebih lanjut, guna memastikan manajemen keselamatan penerbangan, setiap bandara harus membentuk peraturan dan prosedur pengoperasian standar yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan keamanan. Hal ini dikarenakan bandara memiliki peran sebagai tempat landas dan mendarat bagi pesawat, serta sebagai simpul dari sistem transportasi udara secara keseluruhan (Purba, 2017). Dengan demikian, pengoperasian bandara yang disesuaikan dengan persyaratan keamanan dan keselamatan penerbangan dimaksudkan untuk menjamin manajemen keselamatan penerbangan itu sendiri. Bahkan, bandara seringkali dipandang sebagai *entry point* yang potensial bagi masuknya ancaman yang ditujukan pada sistem penerbangan secara keseluruhan (Statstny & Stoica, 2022). Ini semakin menggarisbawahi pentingnya peran dan fungsi bandara bagi manajemen keselamatan penerbangan, termasuk keselamatan para awak dan penumpang yang berada di dalam pesawat.

Argumen bahwa lingkungan pengoperasian memiliki pengaruh terhadap manajemen keselamatan penerbangan sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Bala et al. (2013), Purba (2017), European Commission (2018), Li et al. (2020), dan Statstny & Stoica (2022).

Pengaruh Teknologi Pesawat Terbang terhadap Manajemen Keselamatan Penerbangan

Tahap awal dari manajemen keselamatan penerbangan ialah desain dan konstruksi pesawat yang dapat mengudara dengan baik. Pesawat perlu memiliki sifat atau karakteristik yang sedemikian rupa kuatnya, sehingga ketika kecelakaan terjadi, tidak terdapat awak dan penumpang yang cedera atau terluka parah (Purba, 2017). Pesawat juga harus memiliki aspek *air worthiness*, sehingga pesawat diharapkan dapat bekerja seperti yang diantisipasi dalam kondisi operasi yang dijalankan oleh efisiensi personil, kondisi cuaca, daerah sekeliling lapangan terbang, dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi keselamatan penerbangan (Low & Yang, 2018). Skor dalam dimensi tersebut kemudian dihitung untuk memenuhi standar dalam performa pesawat, kualitas terbang, desain struktural dan konstruksi, desain dan instalasi mesin dan baling-baling, desain dan instalasi sistem dan peralatan, serta batasan operasi.

Sejumlah tindakan tersebut ditujukan untuk memastikan keamanan sistem pesawat, sehingga ketika terjadi sesuatu yang tidak diinginkan, maka sistem pesawat dapat pulih kembali, seperti pesawat pintar, pengawasan keamanan struktural secara *real-time*, material gabungan yang lebih *resilient*, pelindung dampak runtuh, dan perlindungan mesin. Hal ini dapat membantu untuk membuat pesawat di masa mendatang menjadi lebih tahan terhadap bahaya eksternal dan kegagalan internal. Pesawat pun mampu memastikan bahwa apabila peristiwa yang tidak diinginkan terjadi, maka ia dapat kembali ke bandara dengan selamat (European Commission, 2018).

Lebih lanjut, sejumlah teknologi yang menyertai pesawat juga berpengaruh terhadap manajemen keselamatan penerbangan. Pertama, teknologi *big data* yang dapat meramalkan sejumlah peristiwa berbahaya menggunakan metode *deep learning* (Guzanek & Borucka, 2021). Kedua, paket perangkat lunak berupa *Electronica Security Manager* (ESM) yang berperan sebagai *platform* teknologi multifungsi. Ini mampu mengimplementasikan teknologi ESM dan sistem manajemen keamanan fisik dalam pesawat (Elisov et al., 2021). Ketiga, *Global Navigation Satellite Systems* (GNSS) sebagai sumber navigasi utama di bawah kondisi visibilitas rendah. Sehubungan dengan adanya pembatasan berat dan kondisi topografi,

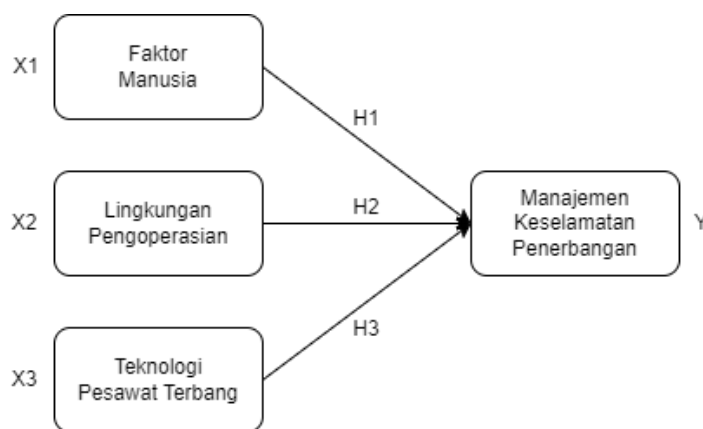
sinyal-sinyal tersebut seringkali menjadi satu-satunya cara untuk mendapatkan solusi posisi. Sinyal relevan yang berisikan informasi navigasi yang memungkinkan penerima memperkirakan posisinya dapat ditransmisikan melalui saluran frekuensi radio yang dapat diakses secara terbuka (Wipf, 2020).

Keempat, penggunaan teknologi otomatisasi yang menjadi perubahan besar dalam dunia penerbangan pada akhir tahun 1980-an. Ini memang berhasil meningkatkan keselamatan penerbangan secara signifikan. Akan tetapi, pengenalan teknologi baru tersebut menuntun pada terjadinya *automation-assisted accidents* (European Commission, 2018). Kelima, *Automatic dependant surveillance—broadcast* (ADS-B) sebagai teknologi pengawas yang mana pesawat dapat menyiarkan posisinya secara periodik kepada stasiun bumi dan pesawat lain. Ini membantu untuk meningkatkan ketepatan posisi lokasi dan kesadaran situasi (Li et al., 2020). Keenam, pembentukan sistem pengawas kepatuhan penerbangan yang terintegrasi. Sistem ini dapat mempromosikan pengembangan pendekatan yang holistik dan integratif terhadap manajemen keselamatan penerbangan (Guthrie, 2010).

Pernyataan bahwa teknologi pesawat terbang memiliki pengaruh terhadap manajemen keselamatan penerbangan sesuai dengan hasil penelitian dari Guthrie (2010), European Commission (2018), Low & Yang (2018), Li et al. (2020), Wipf (2020), Elisov et al. (2021), serta Guzanek & Borucka (2021).

Kerangka Konseptual

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang masalah, kajian teori, dan penelusuran lebih lanjut terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang membahas tentang manajemen keselamatan penerbangan, maka tulisan ini berhasil memperoleh kerangka konseptual sebagai berikut:



Sumber: Hasil Riset

Gambar 1. Kerangka Konseptual

Gambar di atas menunjukkan bahwa manajemen keselamatan penerbangan dipengaruhi oleh tiga variabel, yakni faktor manusia, lingkungan pengoperasian, serta teknologi pesawat terbang. Meskipun demikian, selain ketiga variabel tersebut, terdapat lima variabel lain yang turut berpengaruh terhadap manajemen keselamatan penerbangan. Kelima variabel yang dimaksud adalah:

1. Kriminalisasi atau aksi terorisme: Barnett (2010);
2. Serangan siber: Guzanek & Borucka (2021) dan Statstny & Stoica (2022);
3. Model bisnis baru: European Commission (2018);
4. Budaya keselamatan atau *safety culture*: Purba (2017);
5. Implementasi peraturan dari *International Civil Aviation Organization* (ICAO): Susanto & Keke (2019).

KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan mengenai manajemen keselamatan penerbangan yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa keselamatan telah menjadi isu prominen dalam dunia penerbangan. Keselamatan ini merujuk pada kondisi ketika pesawat dapat mengudara dan mendarat dengan baik, sehingga tidak membahayakan para awak dan penumpang yang berada di dalamnya. Dalam prosesnya, terdapat tiga faktor prominen yang terbukti memiliki pengaruh terhadap manajemen keselamatan penerbangan. Ketiga faktor tersebut ialah faktor manusia, lingkungan pengoperasian, serta teknologi pesawat terbang. Dengan demikian, rumusan masalah yang diusung oleh penulis telah mendapatkan jawabannya sebagai berikut:

1. Faktor manusia berpengaruh terhadap manajemen keselamatan penerbangan karena pilot, operator penerbangan, dan staf penerbangan lainnya berperan penting dalam memastikan performa pesawat yang efektif;
2. Lingkungan pengoperasian berpengaruh terhadap manajemen keselamatan penerbangan yang dapat dilihat dari lingkungan yang menjadi tempat pesawat untuk mengudara dan mendarat, sehingga kondisi cuaca dan bandara juga ikut berpengaruh;
3. Teknologi pesawat terbang memiliki pengaruh terhadap manajemen keselamatan penerbangan melalui desain dan konstruksi pesawat yang laik terbang, serta berbagai macam teknologi lainnya yang mendukung pengoperasian pesawat.

REFERENSI

- Bala, I., Sharma, S. K., & Kumar, S. (2013). Exploring Raw Safety Aspects in Aviation Industry. *Computer Engineering and Intelligent Systems*, 4(1), 80–97.
- Barnett, A. (2010). Aviation safety and security. In J. J. Cochran (Ed.), *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science* (pp. 1–10). John Wiley & Sons, Inc.
- Denney, E., Pai, G., & Whiteside, I. (2019). The role of safety architectures in aviation safety cases. *Reliability Engineering & System Safety*, 191. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106502>.
- Elisov, L., Ovchenkov, N., & Gorbachenko, V. (2021). The Paradoxes of Aviation Security and Some Approaches to their Formal Description. *Transportation Research Procedia*, 54(2021), 726–732. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.126>
- European Commission. (2018). *Aviation Safety: Challenges and ways forward for a safe future*. <https://doi.org/10.2777/37074>
- Guthrie, K. (2010). South Pacific Civil Aviation Safety and Security Through Regionalism: New Initiatives for the Pacific Aviation Safety Office. *Journal of Policing, Intelligence and Counter Terrorism*, 5(1), 58–73. <https://doi.org/10.1080/18335300.2010.9686941>
- Guzanek, P., & Borucka, A. (2021). An Analysis of the Factors Affecting the Number of Safety Incidents in Civil Aviation. *Safety & Defense*, 7(2), 105–118. <https://doi.org/10.37105/sd.145>
- Li, Y., Zhang, Y., Wang, L., & Guan, X. (2020). Research on potential ground risk regions of aircraft crashes based on ADS-B flight tracking data and GIS. *Journal of Transportation Safety & Security*, 1–25. <https://doi.org/10.1080/19439962.2020.1754981>
- Low, J. M. W., & Yang, K. K. (2018). An exploratory study on the effects of human , technical and operating factors on aviation safety. *Journal of Transportation Safety & Security*, 1–34. <https://doi.org/10.1080/19439962.2018.1458051>
- Mohajan, H. K. (2018). Qualitative Research Methodology in Social Sciences and Related Subjects. *Journal of Economic Development, Environment, and People*, 7(1), 23–48.
- Purba, H. (2017). Mewujudkan Keselamatan Penerbangan dengan Membangun Kesadaran Hukum bagi Stakeholders melalui Penerapan Safety Culture. *Jurnal Hukum Samudera*

- Keadilan*, 12(1), 95–110.
- Statsny, P., & Stoica, A.-M. (2022). Protecting aviation safety against cybersecurity threats. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1–8. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1226/1/012025>
- Susanto, P. C., & Keke, Y. (2019). Implementasi Regulasi Internasional Civil Aviation Organization (ICAO) pada Penerbangan Indonesia. *AVIASI Jurnal Ilmiah Kedirgantaraan*, 16(1), 53–65.
- Susanto, P. C., Ricardianto, P., Hartono, & Firdiansyah, R. (2020). Peranan Air Traffic Control untuk Keselamatan Penerbangan di Indonesia. *AVIASI Jurnal Ilmiah Kedirgantaraan*, 17(1), 1–11.
- Trirattavanich, K., Khamproh, T., Thongchareon, A., & Moungsawad, A. (2021). Factors Affecting the Safety Perception of Commercial Pilot. *Rangsit Journal of Social Sciences and Humanities*, 8(June), 38–45.
- Van Asselt, M. B. A. (2018). Safety in international security: a view point from the practice of accident investigation. *Contemporary Security Policy*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/13523260.2018.1496541>
- Wiegman, D. A., & Shappell, S. A. (2017). *A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis: The Human Factors Analysis and Classification System*. Routledge.
- Wipf, H. (2020). Safety Versus Security in Aviation. In C. Bieder & K. P. Gould (Eds.), *The Coupling of Safety and Security: Exploring Interrelations in Theory and Practice* (pp. 29–42). Springer Open.
- Yoo, K. E. (2009). A Study on Factors Influencing the Performance of Airport Security and on Responsibility Assignment of Security Task at International Airports. *Journal of Aviation/Aerospace Education & Research*, 19(1), 37–50. <https://doi.org/10.15394/jaaer.2009.1377>