

## Edukasi Fenomena Cuaca *Windshear* dan Dampaknya Terhadap Keselamatan Operasional Penerbangan

Rinosa Ari Widagdo<sup>1</sup>, Triyani Retno Putri<sup>2</sup>, Lilis Kurnianingsih<sup>3</sup>, Dody Wahyu Widodo<sup>4</sup>, Dian Kartika<sup>5</sup>, Gema Aviantara<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang, Indonesia

Email: [rinosa.ari@ppicurug.ac.id](mailto:rinosa.ari@ppicurug.ac.id)

### Abstrak

Fenomena cuaca memiliki peran penting dalam keselamatan penerbangan, terutama pada fase kritis seperti lepas landas dan pendaratan. Salah satu fenomena meteorologi yang berpotensi menimbulkan risiko terhadap operasi penerbangan adalah *windshear*, yaitu perubahan arah dan kecepatan angin secara tiba-tiba dalam jarak yang relatif pendek. Namun demikian, pemahaman masyarakat mengenai fenomena ini masih tergolong rendah. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman peserta mengenai karakteristik *windshear* serta dampaknya terhadap keselamatan penerbangan. Metode kegiatan dilaksanakan melalui pendekatan edukatif-partisipatif yang meliputi penyampaian materi, diskusi interaktif, studi kasus, serta evaluasi melalui *pre-test* dan *post-test*. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan terhadap 30 peserta dari nilai rerata 70 menjadi 88. Kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan literasi masyarakat mengenai meteorologi penerbangan serta menumbuhkan kesadaran terhadap pentingnya aspek keselamatan dalam transportasi udara.

**Kata Kunci:** Meteorologi, Penerbangan, *Windshear*.

### Abstract

*Weather phenomenon plays important role in aviation safety, especially during critical phases such as takeoff and landing. One meteorological phenomenon that has the potential to pose a risk to flight operations is windshear, which is a sudden change in wind direction and speed over a relatively short distance. However, public understanding of this phenomenon is still relatively low. Therefore, this community service activity aims to increase participants' understanding of the characteristics of windshear and its impact on aviation safety. The activity was carried out using an educational-participatory approach that included material delivery, interactive discussions, case studies, and evaluation through pre-tests and post-tests. The results of the activity showed an increase in the average score of 30 participants from 70 to 88. This activity is expected to improve public literacy regarding aviation meteorology and raise awareness of the importance of safety in air transportation.*

**Keywords:** Aviation, Meteorology, *Windshear*.

### A. PENDAHULUAN

Keselamatan penerbangan sering dikorelasikan sebagai aspek fundamental dalam operasional penerbangan. Implementasi penerbangan yang selamat, aman, dan nyaman dijaga melalui penerapan standar prosedur operasional baik dari sisi regulator maupun operator. Banyak faktor yang memberikan kontribusi dan menjadi pertimbangan untuk mencapai standar penerbangan yang selamat, aman, dan nyaman. Beberapa faktor seperti pesawat, perawatan alat navigasi, hingga manusia saling memiliki keterkaitan dan hubungan yang bersifat resiprokal dan mempengaruhi satu sama lain. Salah satu faktor yang berpengaruh dan menjadi

pertimbangan penting dalam penerbangan adalah faktor lingkungan secara umum, khususnya faktor kondisi cuaca. Fenomena cuaca ekstrem dapat memengaruhi performa pesawat dan pengambilan keputusan pilot, khususnya pada fase penerbangan yang kritis seperti *take off* dan *landing*. Oleh karena itu, pemahaman terhadap berbagai fenomena meteorologi penerbangan menjadi sangat penting bagi para praktisi penerbangan maupun masyarakat yang berada di sekitar lingkungan bandara.

Salah satu fenomena cuaca yang sering menjadi perhatian dalam dunia penerbangan adalah *windshear*. Fenomena ini terjadi disebabkan perubahan arah dan kecepatan angin secara tiba-tiba dalam jarak yang relatif pendek di atmosfer. Fenomena ini dapat terjadi baik secara horizontal maupun vertikal dan sering kali muncul di sekitar awan badai, *front*, atau aktivitas konvektif udara di atmosfer. *Windshear* memiliki potensi mengganggu stabilitas manuver pesawat, terutama ketika pesawat berada pada ketinggian rendah saat melakukan fase *approach* atau *take off*. Oleh karena frekuensi kejadiannya yang sangat sering pada ketinggian rendah pada fase kritis penerbangan, sangat penting bagi pilot maupun masyarakat sebagai pengguna jasa penerbangan untuk lebih memahami fenomena ini. Pilot perlu mengambil langkah preventif dan reaktif terhadap kejadian *windshear*, sementara masyarakat perlu memahami fenomena tersebut agar tidak terjadi kepanikan atau spekulasi berlebihan ketika fenomena tersebut terjadi. Sehingga diharapkan literasi masyarakat terhadap dunia penerbangan dapat lebih meningkat.

Meskipun fenomena *windshear* merupakan salah satu isu penting dalam memahami dampak faktor cuaca dalam penerbangan, tingkat pemahaman masyarakat umum mengenai fenomena ini masih relatif rendah. Sebagian masyarakat belum mengetahui bagaimana *windshear* terbentuk, bagaimana dampaknya terhadap pesawat, serta bagaimana pilot mengantisipasi kondisi tersebut dalam operasional penerbangan. Kurangnya literasi mengenai fenomena cuaca penerbangan ini berpotensi menimbulkan kesalahpahaman di masyarakat terhadap berbagai keputusan operasional penerbangan, seperti *delay* atau prosedur *go around* ketika pesawat sudah dekat dengan landasan tetapi terbang kembali.

Terjadi perbedaan dalam penyampaian informasi cuaca penerbangan kepada masyarakat. Penyampaian informasi cuaca kepada masyarakat dilaksanakan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) melalui berbagai *platform* yang dapat diakses secara luas oleh masyarakat. Walaupun demikian, BMKG memberikan format berbeda dalam menyampaikan informasi cuaca kepada masyarakat dan personel penerbangan. Untuk *stakeholder* penerbangan, BMKG memberikan informasi dalam bentuk *Meteorological Aerodrome Report* dan *Terminal Aerodrome Forecast*. Sementara, informasi yang disampaikan kepada masyarakat umum lebih fleksibel dan komunikatif untuk memudahkan masyarakat memahami informasi cuaca. (Anjang Qismatul Islam et al., 2025)

Dalam konteks perbedaan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat menjadi salah satu sarana yang bertujuan untuk meningkatkan literasi dan kesadaran masyarakat mengenai fenomena cuaca yang berpengaruh terhadap keselamatan penerbangan. Melalui kegiatan edukasi dan sosialisasi, masyarakat dapat memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai fenomena *windshear*, proses terbentuknya, serta dampaknya terhadap operasional pesawat. Edukasi ini juga dapat membantu masyarakat memahami bahwa berbagai keputusan operasional penerbangan yang diambil oleh pilot maupun otoritas penerbangan selalu didasarkan pada prinsip keselamatan penerbangan.

## B. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan penyuluhan atau sosialisasi. Pemilihan pendekatan penyuluhan bertujuan untuk meningkatkan literasi masyarakat mengenai fenomena cuaca *windshear* dalam penerbangan. Pendekatan ini dipilih karena fenomena *windshear* merupakan topik yang bersifat teknis dalam

bidang meteorologi penerbangan, sehingga diperlukan metode penyampaian yang komunikatif dan mudah dipahami oleh masyarakat umum. Sasaran kegiatan ini adalah pelajar, mahasiswa, maupun masyarakat yang memiliki ketertarikan terhadap dunia penerbangan tetapi belum memiliki pemahaman mendalam mengenai faktor-faktor meteorologi yang memengaruhi keselamatan penerbangan. Kegiatan juga diikuti oleh siswa pilot dari sekolah sekolah pilot di Indonesia. Kegiatan dilaksanakan secara daring sehingga memudahkan akses bagi seluruh masyarakat yang berminat untuk mengikuti kegiatan ini. Melalui kegiatan edukasi ini diharapkan peserta dapat memahami konsep dasar *windshear* serta implikasinya terhadap operasional penerbangan.

Tahapan kegiatan diawali dengan perencanaan dan persiapan oleh seluruh dosen dan taruna tim Pengabdian Kepada Masyarakat. Pada tahap ini, tim melakukan identifikasi kebutuhan pengetahuan peserta terkait fenomena cuaca dalam penerbangan serta menentukan metode penyampaian yang sesuai. Materi yang disiapkan meliputi konsep dasar meteorologi penerbangan, pengertian *windshear*, faktor-faktor penyebab terjadinya *windshear*, serta dampaknya terhadap performa pesawat pada fase kritis penerbangan seperti *take off* dan *landing*. Karena salah satu target peserta adalah siswa pilot, tim perlu menyiapkan materi yang berkaitan dengan praktik pelatihan terbang siswa pilot. Untuk masyarakat umum, kami memberikan gambaran materi dengan sudut pandang masyarakat sebagai penumpang dalam sebuah penerbangan. Selain itu, tim juga menyiapkan media pendukung berupa media presentasi, dan video edukatif mengenai fenomena *windshear*, serta contoh studi kasus yang pernah terjadi beberapa tahun ke belakang.

Pelaksanaan kegiatan dimulai dengan pemberian *pre-test* kepada peserta sebagai langkah awal untuk memetakan tingkat pengetahuan dasar mengenai fenomena *windshear*. Setelah itu, kegiatan dilanjutkan dengan sesi penyampaian materi utama oleh dosen program studi Diploma IV Penerbang yang memiliki kompetensi dan pengalaman di operasi penerbangan maskapai. Tidak hanya itu, narasumber juga merupakan *flight instructor* dengan pengalaman mengajar lebih dari 10.000 jam terbang. Materi disampaikan secara bertahap mulai dari pengenalan fenomena cuaca dalam penerbangan, karakteristik *windshear*, hingga apa yang harus dilakukan ketika menghadapi kondisi tersebut. Tim memberikan dua skenario, yaitu sebagai pilot dan sebagai penumpang pesawat. Dalam sesi ini, dosen sebagai narasumber juga menjelaskan bagaimana pilot mendeteksi dan mengantisipasi *windshear* melalui bantuan teknologi navigasi modern yaitu *windshear alert*.

Untuk meningkatkan partisipasi peserta dan memastikan kegiatan berjalan interaktif, tim juga melakukan studi kasus yang berkaitan dengan kejadian *windshear* dalam dunia penerbangan dengan tren cuaca 10 tahun terakhir. Efek pemanasan global yang menyebabkan pergeseran tren cuaca juga menjadi salah satu bahasan dalam diskusi. Cuaca yang tidak menentu dapat memperbesar kemungkinan terjadinya *windshear*. Peserta diajak untuk menganalisis situasi sederhana mengenai bagaimana perubahan arah dan kecepatan angin dapat memengaruhi kestabilan pesawat. Melalui metode diskusi ini, peserta tidak hanya menerima informasi tetapi juga terlibat aktif dalam memahami proses pengambilan keputusan seorang pilot secara reaktif dan preventif.

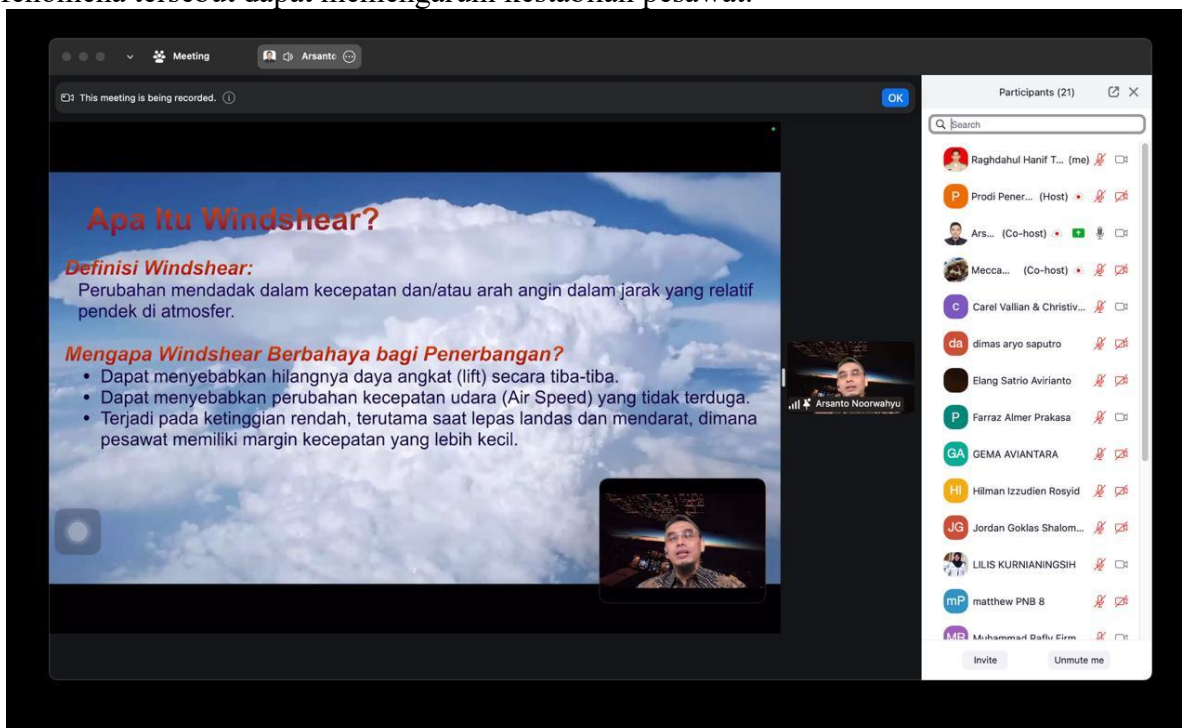
Pada tahap akhir kegiatan, peserta diberikan *post-test* untuk mengevaluasi peningkatan pemahaman setelah mengikuti sesi edukasi. Hasil *pre-test* dan *post-test* kemudian dianalisis secara deskriptif untuk melihat perbedaan tingkat pemahaman peserta sebelum dan sesudah kegiatan. Selain itu, peserta juga diminta memberikan *feedback* mengenai beberapa aspek yaitu; materi yang disampaikan, metode penyampaian, serta manfaat kegiatan bagi pengetahuan mereka tentang keselamatan penerbangan. Hasil evaluasi ini menjadi dasar dalam penyusunan laporan kegiatan serta penulisan artikel ilmiah pengabdian kepada masyarakat, sehingga kegiatan yang dilaksanakan tidak hanya memberikan manfaat edukatif tetapi juga

menghasilkan kontribusi akademik bagi pengembangan literasi keselamatan penerbangan di masyarakat.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan sosialisasi ini dilaksanakan dengan metode seminar secara daring. Pada kesempatan tersebut, tim membagi acara menjadi beberapa sesi yaitu sesi *pre-test*, sesi *basic introduction*, sesi pemaparan *point of view* sebagai pilot, *point of view* masyarakat, dan ditutup dengan kuis dan studi kasus bersama. Kegiatan pertama yang dilakukan adalah memberikan 20 pertanyaan mengenai materi cuaca dan windshear. Setelah dilaksanakan *pre-test*, didapatkan hasil rerata dari 30 peserta kegiatan adalah 70. Sebanyak 21 dari 30 peserta belum memahami penjelasan spesifik mengenai *windshear*. Peserta menyamakan fenomena *windshear* dengan fenomena angin kencang ketika hujan. Selain itu, 8 dari 18 siswa pilot yang menjadi peserta kegiatan, tidak dapat menyebutkan karakteristik kecepatan dan perubahan angina yang terjadi dalam *windshear*. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebelum pelaksanaan kegiatan, lebih dari 50% peserta belum memahami *windshear*, baik definisi, karakteristik, maupun dampaknya.

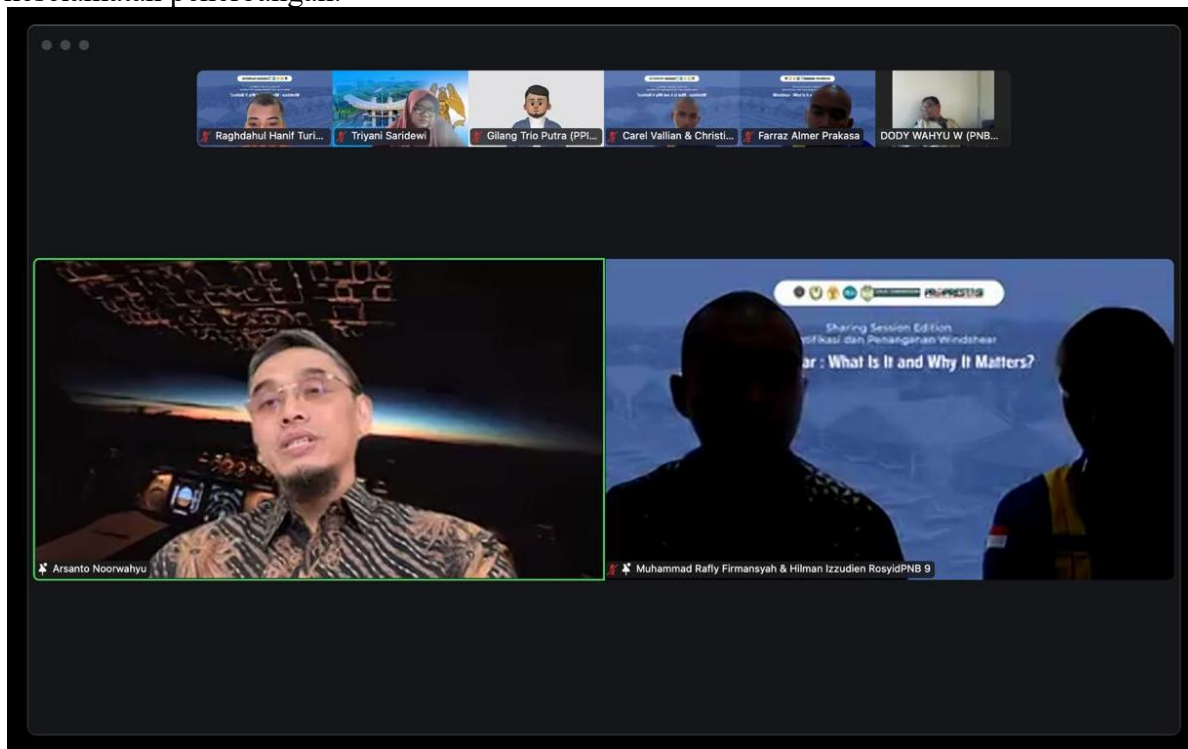
Setelah sesi *pre-test* dilaksanakan, tim melanjutkan rangkaian acara ke materi bersama narasumber. Materi dibagi menjadi beberapa sub materi yaitu : faktor meteorologi dalam penerbangan, fenomena angin dan cuaca ekstrem, dan fenomena *windshear*. Setelah sesi penyampaian materi mengenai konsep dasar meteorologi dalam penerbangan serta fenomena *windshear*, peserta mulai menunjukkan peningkatan pemahaman terhadap faktor-faktor penyebab terjadinya *windshear*. Peserta dapat mengenali bahwa fenomena ini sering terjadi pada kondisi cuaca tertentu seperti awan *cumulonimbus* diikuti pertemuan massa udara yang berbeda. Tim juga memberikan penjelasan visual melalui ilustrasi perubahan arah angin dan video simulasi kondisi *windshear*. Gambaran visual membantu peserta memahami bagaimana fenomena tersebut dapat memengaruhi kestabilan pesawat.



**Gambar 1. Pemaparan Materi oleh Narasumber**

Tim sangat memahami kemungkinan kejenuhan peserta dalam kegiatan seminar daring. Oleh karena itu, tim membuka sesi diskusi interaktif dan studi kasus dengan peserta kegiatan. Dalam sesi diskusi interaktif, peserta memperoleh pemahaman mengenai dampak

operasional *windshear* terhadap pesawat, terutama pada fase kritis penerbangan seperti *take off* dan *landing*. Narasumber menjelaskan bahwa perubahan arah dan kecepatan angin yang terjadi secara tiba-tiba dapat menyebabkan perubahan gaya angkat pada sayap pesawat, sehingga pilot harus mengambil keputusan yang cepat dan tepat untuk menjaga stabilitas pesawat. Penjelasan ini memberikan gambaran kepada peserta bahwa faktor cuaca tidak hanya memengaruhi kenyamanan penerbangan, tetapi juga memiliki implikasi langsung terhadap keselamatan penerbangan.



**Gambar 2. Sesi Studi Kasus dengan Siswa Pilot**

Setelah sesi pemaparan, peserta diberikan soal *post-test* sebanyak 20 pertanyaan. Dari total 30 peserta, sebanyak 26 peserta berhasil meraih nilai diatas 85. Adapun empat peserta lainnya tetap menunjukkan peningkatan hasil dari *pre-test*. Hasil rerata keseluruhan juga menunjukkan peningkatan dari yang awal 70 menjadi rerata 88. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan pemahaman secara keseluruhan terkait definisi dampak, dan langkah langkah mengidentifikasi *windshear*. Kegiatan PKM ini mencapai indikator keberhasilan yaitu adanya peningkatan pemahaman masyarakat sebagai peserta kegiatan PKM terhadap fenomena *windshear* dalam penerbangan.

#### D. KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dapat meningkatkan pemahaman masyarakat umum, yang dalam hal ini adalah peserta kegiatan, terhadap faktor-faktor meteorologi yang memengaruhi keselamatan penerbangan. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan edukatif yang digunakan dalam kegiatan ini cukup efektif dalam meningkatkan literasi masyarakat mengenai aspek keselamatan penerbangan.

Selain memberikan pemahaman teknis mengenai fenomena cuaca dalam penerbangan, kegiatan ini juga berkontribusi dalam membangun kesadaran peserta mengenai pentingnya faktor keselamatan dalam setiap keputusan operasional penerbangan. Masyarakat juga dapat belajar sudut pandang dan situasi yang dihadapi pilot ketika fenomena *windshear* terjadi. Selain itu, masyarakat juga dapat memahami salah satu prosedur penerbangan yang dilakukan ketika terjadi *windshear*, yaitu prosedur *go-around* atau pembatalan pendaratan yang salah satunya diakibatkan oleh fenomena cuaca *windshear*.

Program edukasi mengenai keselamatan penerbangan, khususnya yang berkaitan dengan meteorologi penerbangan, dapat dilakukan secara berkelanjutan dan menjangkau lebih banyak kelompok masyarakat. Kegiatan serupa juga dapat dikembangkan dengan melibatkan simulasi yang lebih interaktif atau kolaborasi dengan lembaga terkait di bidang penerbangan dan meteorologi. Dengan demikian, upaya peningkatan literasi keselamatan penerbangan tidak hanya memberikan manfaat edukatif bagi masyarakat, tetapi juga mendukung terciptanya budaya keselamatan penerbangan yang lebih kuat di lingkungan sekitar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ACI World. (2018). *Airport Safety Best Practices Guide*. Montreal: Airports Council International.
- Airbus. (2021). *Flight Safety Reference Material*. Toulouse: Airbus Safety.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Boeing. (2020). *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents*. Seattle: Boeing Commercial Airplanes.
- Boeing. (2020). *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents*. Seattle: Boeing Commercial Airplanes.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Direktorat Bandar Udara. (2019). *Pedoman Penetapan Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan*. Jakarta: Kemenhub RI.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2017). *Civil Aviation Safety Regulation (CASR) Part 139 – Aerodromes*. Jakarta: DJPU.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2018). *CASR Part 91 – General Operating and Flight Rules*. Jakarta: DJPU.
- EASA. (2020). *Annual Safety Review*. Cologne: European Union Aviation Safety Agency.
- Federal Aviation Administration. (2016). *Runway Safety Program Overview*. Washington, DC: FAA.
- Federal Aviation Administration. (2020). *Aeronautical Information Manual (AIM)*. Washington, DC: FAA.
- ICAO. (2019). *Global Aviation Safety Plan (GASP)*. Montreal: ICAO.
- International Civil Aviation Organization. (2005). *Human Factors in Civil Aviation Security Operations*. Montreal: ICAO.
- International Civil Aviation Organization. (2013). *Safety Management Manual (SMM) (Doc 9859)*. Montreal: ICAO.
- International Civil Aviation Organization. (2016). *Annex 19 – Safety Management*. Montreal: ICAO.
- International Civil Aviation Organization. (2018). *Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation: Aerodromes, Volume I – Aerodrome Design and Operations*. Montreal: ICAO.
- International Civil Aviation Organization. (2018). *Annex 2 – Rules of the Air*. Montreal: ICAO.
- Kemendikbud Republik Indonesia. (2016). *Panduan Gerakan Literasi Sekolah*. Jakarta: Kemendikbud.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2009). *Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan*. Jakarta: Kemenhub RI.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan tentang Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP)*. Jakarta: Kemenhub RI.
- National Transportation Safety Board. (2019). *Aviation Accident Reports*. Washington, DC: NTSB.

- Prasetyo, H., & Lestari, D. (2020). Peningkatan Safety Awareness pada Lingkungan Sekolah di Kawasan Bandara. *Jurnal Abdimas Transportasi*, 2(1), 45–53.
- Rahman, A. (2021). Implementasi Kampanye Keselamatan Penerbangan Berbasis Komunitas. *Jurnal Ilmu Penerbangan Indonesia*, 5(1), 22–31.
- Reason, J. (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Aldershot: Ashgate.
- Stolzer, A. J., Halford, C. D., & Goglia, J. J. (2011). *Safety Management Systems in Aviation*. Burlington: Ashgate.
- Sudjana, N. (2005). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Wells, A. T., & Rodrigues, C. C. (2013). *Commercial Aviation Safety*. New York: McGraw-Hill.
- Widodo, S. (2018). Edukasi Keselamatan Penerbangan pada Masyarakat Sekitar Bandara. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 4(2), 115–123.