

PENGARUH PRAKTIK *APPROACH CONTROL SURVEILLANCE* TERHADAP PEMANDUAN LALU LINTAS PENERBANGAN BERBASIS *PERFORMANCE-BASED NAVIGATION*

Gusnia Khairunnisa Siregar^{1*}, Lina Rosmayanti², Agustono³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Indonesia Curug; Tangerang; [\(021\) 5982204](tel:0215982204)

Received: 12 Agustus 2024

Accepted: 5 Oktober 2024

Published: 12 Oktober 2024

Keywords:

Approach Control

Surveillance;

Pemanduan Lalu Lintas

Penerbangan;

PBN.

Correspondent Email:

gusnia.k.siregar@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak praktik *Approach Control Surveillance* pada pelaksanaan kontrol lalu lintas udara berbasis *Performance-based Navigation* (PBN). Di Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, peserta pelatihan belum menerima pelatihan PBN, sehingga terjadi ketidaksesuaian dengan tuntutan operasional. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan data yang dikumpulkan melalui kuesioner dan sumber terkait. Hasil penelitian menunjukkan bahwa praktik *Approach Control Surveillance* berjalan cukup dengan skor 69,44%, namun bisa ditingkatkan dengan penerapan PBN pada praktiknya. Pemanduan lalu lintas udara berbasis PBN menunjukkan hasil baik dengan skor 76,25%. Terdapat hubungan sangat kuat antara kedua variabel ini dengan koefisien korelasi 0,845. Uji determinasi menunjukkan 71,4% variabel dependen dipengaruhi oleh variabel independen, dengan pengaruh signifikan (nilai signifikansi $0,000 < 0,05$). Penelitian menyarankan pengembangan desain prosedur PBN di Bandara Seahorse sebagai media simulasi dan penambahan pelatihan simulasi PBN dalam silabus untuk meningkatkan kemampuan ATC.

Abstract. *This study aims to determine the impact of Approach Control Surveillance practice on the implementation of Performance-based Navigation (PBN) based air traffic control. At Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, trainees have not received PBN training, resulting in a mismatch with operational demands. This study used quantitative methods with data collected through questionnaires and related sources. The results showed that the practice of Approach Control Surveillance was sufficient with a score of 69.44%, but could be improved by applying PBN in practice. PBN-based air traffic control showed good results with a score of 76.25%. There is a very strong relationship between these two variables with a correlation coefficient of 0.845. The determination test showed 71.4% of the dependent variable was influenced by the independent variable, with a significant effect (significance value $0.000 < 0.05$). The study suggested the development of PBN procedure design at Seahorse Airport as simulation media and the addition of PBN simulation training in the syllabus to improve ATC skills.*

1. PENDAHULUAN

Air Traffic Control (ATC), atau pemanduan lalu lintas penerbangan, berdiri sebagai landasan keselamatan dan efisiensi penerbangan, mengatur pergerakan ribuan

penerbangan setiap hari di seluruh dunia [1]. Di bidang kontrol lalu lintas udara, evolusi menuju metode navigasi yang lebih efisien dan tepat telah menjadi perkembangan yang sangat penting [2]. Pergeseran dari navigasi berbasis

darat konvensional ke *Performance-based Navigation* (PBN) merupakan lompatan yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan keselamatan ruang udara [3]. Penelitian ini menyelidiki hubungan antara praktik *Approach Control Surveillance* dan implementasi PBN dalam operasi ATC.

Approach Control Surveillance sangat bergantung pada alat bantu navigasi berbasis darat seperti sistem radar dan suar radio untuk memberikan informasi posisi yang akurat kepada pengendali. Sistem-sistem ini, meskipun efektif, memiliki keterbatasan yang melekat dalam hal cakupan, akurasi, dan fleksibilitas operasional [4], [5]. Dengan munculnya *Performance-based Navigation* (PBN), yang memanfaatkan teknologi navigasi satelit canggih seperti *Global Navigation Satellite System* (GNSS), pergeseran paradigma telah terjadi. PBN memungkinkan pesawat untuk menavigasi secara lebih tepat di sepanjang rute yang telah ditentukan dengan akurasi dan fleksibilitas yang lebih besar dibandingkan dengan metode tradisional. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan margin keselamatan tetapi juga mengoptimalkan pemanfaatan ruang udara dan mengurangi dampak lingkungan melalui jalur penerbangan yang lebih langsung [3], [6].

Transisi dari navigasi berbasis darat ke PBN memiliki implikasi yang besar terhadap praktik *Approach Control Surveillance* [7]. Ketika sistem berbasis darat memberikan panduan *point-to-point*, PBN memungkinkan personel ATC untuk mengelola pesawat secara lebih dinamis di volume ruang udara yang lebih luas. Pergeseran ini memerlukan evaluasi ulang tentang bagaimana praktik *Approach Control Surveillance* dan program pelatihan disusun dan diintegrasikan ke dalam operasi ATC yang sebenarnya.

Di bidang ATC, pelayanan *Approach Control Surveillance* memainkan peran penting dalam memastikan pergerakan pesawat yang aman dan teratur selama fase kritis kedatangan dan keberangkatan di bandara [8], [9]. Mengingat perannya yang sangat penting dalam operasi penerbangan, pelatihan ATC membutuhkan pengetahuan yang luas dan kemampuan pengambilan keputusan [10], [11], [12], [13], [14], [15]. Pelatihan ATC bertujuan untuk menghasilkan pengendali yang berpengetahuan luas, bertanggung jawab, dan

terampil [16], [17]. Selain itu, program pelatihan dapat disesuaikan dengan kebutuhan industri penerbangan yang terus berkembang, menjamin bahwa personel ATC selalu mengikuti perkembangan terbaru dan siap untuk memenuhi persyaratan [18].

Saat ini, para peserta pelatihan *Approach Control Surveillance* di Politeknik Penerbangan Indonesia (PPI) Curug belum mendapatkan fasilitas pelatihan *Approach Control Surveillance* berbasis PBN, yang dapat membatasi kemampuan mereka untuk beradaptasi dengan persyaratan operasional terkait PBN. Menurut silabus pelatihan *Approach Control Surveillance*, pelatihan PBN dilakukan secara teoritis dengan total waktu 16 jam, tanpa ada pengajaran praktis. Selain itu, terdapat kekurangan simulasi berbasis PBN yang memungkinkan untuk praktek mengendalikan lalu lintas udara dengan simulator. Silabus pelatihan *Approach Control Surveillance* untuk bagian praktek juga tidak memiliki panduan pelatihan atau latihan yang melibatkan penggunaan PBN [19].

Bentuk pelatihan berbasis PBN pada praktik *Approach Control Surveillance* di PPI Curug yang diberikan kepada para peserta pelatihan *Approach Control Surveillance* adalah *coaching* PBN dan simulasi pemanduan dengan menggunakan pemodelan ruang udara salah satu bandara tempat *On the Job Training* (OJT) yang telah menerapkan PBN. Namun, simulasi pengendalian lalu lintas udara berbasis PBN sendiri tidak disebutkan dalam silabus praktik APS. Hal ini juga dikarenakan belum tersedianya latihan yang dapat memfasilitasi kebutuhan ini. Padahal, personel ATC harus segera beradaptasi dengan prosedur PBN yang diterapkan di lingkungan kerja yang sesungguhnya. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang jelas antara tuntutan operasional bagi para pengatur lalu lintas udara dan pelatihan formal yang dibutuhkan bagi mereka [20].

Memahami dampak dari praktik *Approach Control Surveillance* terhadap implementasi PBN sangat penting karena beberapa alasan. Pertama, hal ini memberikan informasi kepada para pembuat kebijakan dan badan pengatur tentang manfaat operasional dan tantangan yang terkait dengan penerapan PBN di lingkungan *approach control*. Kedua, memberikan wawasan tentang kebutuhan

pelatihan dan kurikulum personel ATC, memastikan mereka dipersiapkan secara memadai untuk memanfaatkan potensi penuh teknologi PBN.

Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap wacana yang sedang berlangsung untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan operasional ATC. Dengan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi integrasi PBN yang efektif ke dalam pelayanan *Approach Control Surveillance*, para pemangku kepentingan dapat membuat keputusan yang tepat terkait investasi infrastruktur, kerangka kerja peraturan, dan program pelatihan yang lebih baik.

Penelitian ini membahas tentang kebutuhan pendidikan, menyoroti pentingnya memperbarui program pelatihan ATC untuk menyelaraskan dengan tuntutan operasional modern. Dengan mengintegrasikan konsep PBN ke dalam kurikulum, para profesional ATC di masa depan dapat lebih siap untuk mengelola lalu lintas udara di lingkungan ruang udara yang semakin kompleks. Sebagai kesimpulan, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi secara substantif terhadap optimalisasi praktik *Approach Control Surveillance* di era PBN. Dengan mengeksplorasi dinamika ini secara komprehensif, kami bertujuan untuk memberikan wawasan yang mendalam mengenai pertimbangan untuk mengintegrasikan pelatihan PBN ke dalam pelatihan *Approach Control Surveillance*, dengan implikasi positif terhadap efisiensi dan keselamatan manajemen lalu lintas udara.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk memberikan landasan teoritis yang mendasari penelitian yang dilakukan. Dalam subbab ini, akan dibahas berbagai definisi kunci yang relevan dengan topik penelitian. Penjelasan mengenai konsep-konsep dasar tersebut penting untuk memperjelas kerangka pemahaman yang digunakan dalam analisis dan interpretasi data. Dengan memahami definisi-definisi ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih signifikan terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang yang terkait.

Secara etimologi, praktik adalah pelaksanaan secara nyata apa yang disebut

dalam teori [21]. Menurut Jacobsen, praktik terdiri dari dua metode, yaitu metode praktik terbimbing dan praktik mandiri. Praktik terbimbing adalah metode praktik dengan pengajar memberikan umpan balik agar siswa dapat mengetahui cara praktik sesuai materi yang telah disampaikan. Selain itu, praktik mandiri ialah metode pembelajaran dengan memberikan kesempatan pada siswa untuk melakukan praktik dengan sendirinya [22]. Praktik, pada penelitian ini merujuk pada kegiatan pelatihan yang dilakukan peserta pelatihan di PPI Curug, dimana mereka secara langsung menerapkan prosedur dan teknik pengontrolan *Approach Control Surveillance* dalam simulasi di laboratorium.

Berdasarkan ICAO Doc. 4444 *Procedures for Air Navigation Services, Air Traffic Management, Air Traffic Control Service* merupakan layanan pemanduan yang disediakan untuk mencegah tabrakan antara pesawat udara serta antara pesawat udara dengan penghalang di area manuver, serta untuk memperlancar dan menjaga kelancaran alur lalu lintas penerbangan [8]. Pemanduan lalu lintas penerbangan dalam penelitian ini dapat didefinisikan sebagai kegiatan memberikan pelayanan berupa pengaturan dan pengawasan pesawat di lingkungan operasional sesungguhnya untuk memastikan keselamatan, efisiensi, dan keteraturan dalam ruang udara yang dikelola.

Pada tingkat yang lebih spesifik, *Approach Control Service* adalah layanan pemanduan lalu lintas penerbangan untuk penerbangan terkontrol yang tiba di atau berangkat dari satu atau lebih bandar udara [8]. *Approach Control Surveillance* dalam konteks penelitian ini merujuk pada sistem pengawasan dan pemanduan dengan bantuan penggunaan radar dan teknologi navigasi lainnya untuk memantau posisi pesawat dan memandu lalu lintas penerbangan, terutama pada saat fase *approach*/pendekatan, untuk mengarahkan pesawat menuju *runway*, dan pada fase keberangkatan agar pesawat mampu meninggalkan landasan pacu dengan aman dan efisien.

Selanjutnya, *Performance-based Navigation* adalah konsep bernavigasi yang berbasis pada kinerja yang diharapkan dari pesawat dalam hal akurasi, integritas, kontinuitas, dan fungsi. PBN memungkinkan pengelolaan lalu lintas

penerbangan yang lebih fleksibel dan efisien dengan memanfaatkan teknologi navigasi terkini [23]. Berdasarkan ICAO Doc. 9613 *Performance-based Navigation Manual, Volume II, Performance-based Navigation* (PBN) merupakan navigasi area berdasarkan performa untuk pesawat yang melakukan operasi penerbangan sepanjang rute layanan lalu lintas penerbangan, pada prosedur pendekatan instrument, atau di wilayah udara tertentu [24]. Pada penelitian ini, metode bernavigasi dengan PBN diterapkan dalam memberikan pelayanan navigasi penerbangan kepada pesawat udara.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Kuantitatif. Menurut Pradana [25], pendekatan kuantitatif digunakan untuk menjawab permasalahan penelitian dengan menganalisis data-data numerikal melalui program statistik. Terdapat ada dua variabel utama yang diteliti: variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen, juga dikenal sebagai variabel X, yaitu praktik *Approach Control Surveillance*. Dan variabel dependen, juga dikenal sebagai variabel Y, yaitu Pemanduan Lalu Lintas Udara berbasis PBN.

Populasi dari penelitian ini adalah peserta pelatihan *Approach Control Surveillance* di PPI Curug selama tiga tahun terakhir yang berjumlah 105 orang. Untuk menentukan ukuran sampel, penulis menggunakan rumus Isaac & Michael dengan *margin of error* sebesar 5%. Dengan menggunakan rumus tersebut, diperoleh jumlah sampel sebanyak 83 orang, sehingga dapat dipastikan bahwa sampel tersebut dapat mewakili populasi.

Untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan penelitian, digunakan teknik pengumpulan data. Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu studi dokumentasi dan kuesioner. Ardiansyah mendefinisikan studi dokumentasi sebagai proses pengumpulan data melalui data sekunder, informasi pendukung yang diperoleh dari dokumen atau literatur tertentu [26]. Metode ini melibatkan pengumpulan data sekunder dari dokumen-dokumen terkait, termasuk dokumen penerbangan internasional dan nasional, undang-undang, peraturan,

laporan survei, silabus, dan kurikulum Pelatihan *Approach Control Surveillance* di PPI Curug. Sedangkan kuesioner digunakan untuk mengumpulkan data dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya. ([27]. Kuesioner dirancang untuk menjangkau informasi rinci tentang variabel independen dan dependen. Pertanyaan-pertanyaan yang terkait dengan variabel independen (praktik *Approach Control Surveillance*) difokuskan pada praktik, teknik, dan prosedur spesifik yang digunakan selama pelatihan. Dan pertanyaan-pertanyaan yang terkait dengan variabel dependen (Pemanduan Lalu Lintas Udara berbasis PBN) bertujuan untuk menilai pemahaman dan pelaksanaan prinsip-prinsip PBN dalam bernavigasi.

Kuesioner berisi 19 item: 10 item untuk variabel independen (X) dan 9 item untuk variabel dependen (Y). Instrumen ini mengukur variabel untuk mendapatkan data kuantitatif yang akurat, dengan menggunakan skala yang dapat diukur. Skala Likert digunakan dalam penelitian ini untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi mengenai variabel penelitian. Skala ini memungkinkan variabel untuk dijabarkan menjadi indikator, yang menjadi dasar perumusan item-item dalam kuesioner. Setiap item dirancang dengan gradiasi dari yang sangat negatif hingga sangat positif, sehingga memberikan fleksibilitas kepada responden untuk mengekspresikan tingkat persetujuan atau ketidaksetujuan mereka.

Tabel 1. Nilai Skala Likert

| Intensitas Opini | Skor |
|---------------------|------|
| Sangat Setuju | 5 |
| Setuju | 4 |
| Netral | 3 |
| Tidak Setuju | 2 |
| Sangat Tidak Setuju | 1 |

Sumber: Sugiyono, 2019

Selanjutnya, analisis kuantitatif digunakan untuk memproses data yang dikumpulkan dari responden. Menurut Sugiyono, analisis kuantitatif melibatkan penggunaan rumus dan angka, memanfaatkan alat statistik untuk memberikan jawaban atas pertanyaan penelitian dan menguji hipotesis [27].

Statistik deskriptif digunakan untuk meringkas data, memberikan gambaran umum

tentang tanggapan peserta [28], [29]. Statistik inferensial, termasuk analisis korelasi dan regresi, digunakan untuk menguji hubungan antara variabel independen dan dependen. Analisis-*analisis* ini memungkinkan para penulis untuk menentukan sejauh mana praktik *Approach Control Surveillance* mempengaruhi pemanduan lalu lintas udara berbasis PBN. Penelitian ini menggunakan aplikasi *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) Versi 27 untuk membantu pengolahan dan analisis data. Data diolah oleh penulis dengan langkah-langkah sebagai berikut.

3.1. Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas memastikan bahwa data yang dikumpulkan sesuai dengan kondisi objek penelitian yang sebenarnya. Dalam penelitian ini, teknik Pearson Product Moment digunakan untuk menguji validitas instrumen. Validitas instrumen menunjukkan kemampuan alat ukur untuk menghasilkan data yang akurat ([30]. Sementara itu, uji reliabilitas sangat penting dalam menilai konsistensi penelitian. Reliabilitas memastikan bahwa hasil pengukuran yang sama tetap konsisten bila dilakukan beberapa kali terhadap fenomena yang sama dengan menggunakan alat ukur yang sama [31]. Penelitian ini menggunakan teknik Cronbach Alpha untuk menghitung koefisien reliabilitas. Koefisien Cronbach Alpha yang lebih besar dari 0,6 menunjukkan reliabilitas instrumen.

3.2. Uji Asumsi Dasar

Sebelum menilai hubungan, lakukan uji asumsi dasar untuk menentukan bahwa data cocok untuk uji statistik parametrik atau non-parametrik [27]. Uji statistik parametrik membutuhkan data yang berdistribusi normal dan hubungan linier antara dua variabel. Uji normalitas dan uji linieritas adalah dua uji asumsi dasar yang digunakan dalam penelitian ini.

3.3. Analisis Korelasi

Sugiyono berpendapat bahwa korelasi dan regresi memiliki hubungan yang erat, tetapi korelasi tidak selalu mengarah pada regresi [27]. Untuk mengatasi hal ini, penulis melakukan analisis korelasi sebelum melakukan uji regresi. Hal ini melibatkan perhitungan koefisien korelasi, koefisien

determinasi, dan analisis regresi. Untuk menentukan nilai koefisien-koefisien yang telah disebutkan di atas, maka dilakukan metode korelasi Pearson Product Moment.

3.4. Uji Regresi Linier Sederhana

Uji regresi linier sederhana meramalkan kondisi variabel dependen (Y) dengan menggunakan perubahan variabel independen (X) sebagai faktor prediktor. Analisis ini menentukan hubungan positif atau negatif antara variabel independen dan dependen. Persamaan regresi yang diperoleh dari analisis tersebut adalah:

$$Y = a + BX$$

Dengan keterangan:

Y = Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan Navigasi Berbasis PBN

a = Konstanta

B = Koefisien regresi

X = Praktik *Approach Control Surveillance*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dikumpulkan melalui teknik pengumpulan data yang dilakukan penulis, termasuk kuesioner dan juga hasil pengolahan data disajikan sebagai berikut.

4.1. Hasil Studi Dokumentasi

Studi dokumentasi dilakukan pada variabel Praktik *Approach Control Surveillance* untuk mengetahui silabus dan kurikulum pelatihan *Approach Control Surveillance* di PPI Curug, serta mendata seluruh populasi penelitian dan menetapkan jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian pengaruh praktik *Approach Control Surveillance* terhadap pemanduan lalu lintas penerbangan berbasis PBN.

Studi dokumentasi juga bertujuan untuk mengumpulkan data mengenai peserta program pelatihan *Approach Control Surveillance* di PPI Curug. Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan dan menganalisa dokumen-dokumen terkait untuk mendapatkan informasi yang akurat dan terperinci. Data yang diperoleh dari studi dokumentasi antara lain jumlah peserta program pelatihan *Approach Control Surveillance* selama tiga tahun terakhir di PPI Curug sebagai berikut.

Tabel 2. Data Peserta Pelatihan *Approach Control Surveillance* di PPI Curug dalam

| kurun waktu tiga tahun terakhir | | | |
|---------------------------------|-------------------|-------|----------------|
| No. | Program Pelatihan | Tahun | Jumlah Peserta |
| 1 | APS 112 | 2021 | 12 |
| 2 | APS 113 | 2022 | 10 |
| 3 | APS 114 | 2022 | 24 |
| 4 | APS 115 | 2023 | 10 |
| 5 | APS 116 | 2023 | 24 |
| 6 | APS 117A | 2023 | 12 |
| 7 | APS 117B | 2023 | 13 |
| Jumlah Total | | | 105 |

Sumber: Prodi Lalu Lintas Udara, 2024

Dari studi dokumentasi, diketahui bahwa terdapat 105 peserta pelatihan yang melakukan pelatihan *Approach Control Surveillance* di PPI Curug dalam tiga tahun terakhir. Metode ini memungkinkan penulis untuk mendata seluruh populasi dan menentukan jumlah sampel yang akan digunakan dalam penelitian.

4.2. Hasil Kuesioner

Setelah melakukan pengumpulan data dengan cara menyusun dan menyebarkan kuesioner kepada 83 responden yang merupakan peserta pelatihan *Approach Control Surveillance* di PPI Curug, maka diperoleh informasi yang menjadi dasar untuk menyimpulkan hasil penelitian.

Kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini mencakup pernyataan-pernyataan yang mengacu pada dimensi dan indikator dari masing-masing variabel, yaitu variabel X yang berkaitan dengan praktik *Approach Control Surveillance* di PPI Curug dan variabel Y yang berfokus pada *Performance-based Navigation* (PBN) Air Traffic Control. Setelah data kuesioner terkumpul, penulis memperoleh beberapa informasi untuk menyimpulkan hasil penelitian.

Untuk menilai persepsi dan pendapat responden mengenai variabel penelitian, responden diminta untuk menjawab beberapa pernyataan berdasarkan indikator-indikator untuk setiap variabel yang diteliti. Setiap jawaban responden dinilai dengan menggunakan lima poin yang menunjukkan pendapat mereka tentang fenomena yang diteliti.

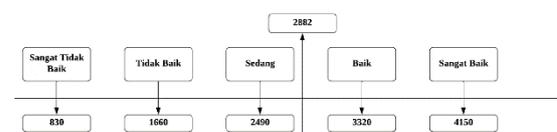
Data yang diperoleh dari responden kemudian dianalisis dengan menggunakan

aplikasi Excel dan SPSS 27 untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai bagaimana Praktik *Approach Control Surveillance* dan Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN diimplementasikan dan dipersiapkan dalam konteks yang diteliti. Hasil dari analisis data tersebut akan digunakan untuk menyimpulkan apakah terdapat hubungan yang signifikan antara kedua variabel tersebut dan bagaimana implementasinya dapat ditingkatkan.

4.2.1. Hasil Kuesioner Variabel X

Berdasarkan hasil jawaban dari kuesioner yang diisi oleh 83 responden dan ditabulasikan dengan menggunakan skala likert, maka total skor yang diperoleh untuk variabel X, Praktik *Approach Control Surveillance*, adalah sebesar 2882. Kuesioner terdiri dari 10 pernyataan. Jika setiap pernyataan mendapat skor tertinggi dari responden, maka total skor maksimal yang dapat dicapai adalah 4150, dihitung sebagai berikut: 83 responden x 10 pernyataan x skor maksimal 5. Sebaliknya, jika Praktik *Approach Control Surveillance* dinilai sangat buruk oleh responden, maka total skor minimum yang dapat diperoleh adalah 830, dihitung sebagai berikut: 83 responden x 10 pernyataan x skor minimum 1. Berikut ini adalah visualisasi skala pengukuran berdasarkan skala likert yang digunakan penulis dalam penelitian ini.

Gambar 1. Interpretasi Skala Likert untuk Variabel X



Sumber: Penulis, 2024

Dengan perolehan skor variabel X (Praktik *Approach Control Surveillance*) sebesar 2882, maka:

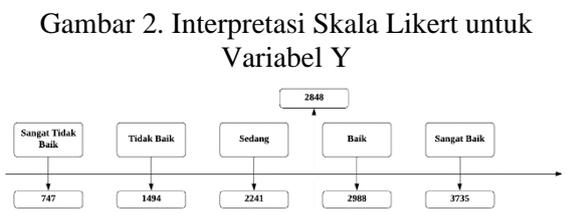
$$\frac{2882}{4150} \times 100\% = 69,44\%$$

Hasil interpretasi penelitian menunjukkan bahwa skor variabel Praktik *Approach Control Surveillance* memperoleh nilai persentase sebesar 69,44% dengan total

skor 2.882. Skor ini masuk dalam kategori interval sedang hingga baik. Interpretasi ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden memberikan penilaian yang cukup positif terhadap kualitas praktik tersebut, meskipun masih terdapat ruang untuk perbaikan. Skor 69,44% berada dalam kisaran yang menunjukkan bahwa praktik ini diterima cukup baik oleh responden namun belum mencapai nilai maksimal. Analisis lebih lanjut dapat difokuskan pada area tertentu, dalam hal ini praktik berbasis PBN, yang dapat ditambahkan dan ditingkatkan dalam kualitas dan efektivitas Praktik *Approach Control Surveillance*.

4.2.2. Hasil Kuesioner Variabel Y

Berdasarkan hasil jawaban dari kuesioner yang diisi oleh 83 responden dan ditabulasikan dengan menggunakan skala Likert, maka total skor yang diperoleh untuk variabel Y, yaitu Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN, adalah 2.848. Kuesioner terdiri dari 9 pernyataan. Jika setiap pernyataan mendapatkan skor tertinggi dari responden, maka total skor maksimum yang dapat dicapai adalah 3735, dihitung sebagai berikut: 83 responden x 9 pernyataan x skor maksimal 5. Sebaliknya, jika Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN dinilai sangat buruk oleh responden, maka total skor minimum yang dapat dicapai adalah 747, dihitung sebagai berikut: 83 responden x 9 pernyataan x skor minimum 1. Berikut ini adalah visualisasi skala penjumlahan berdasarkan skala Likert yang digunakan penulis dalam penelitian ini.



Sumber: Penulis, 2024

Dengan perolehan skor variabel Y (Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN) sebesar 2848, maka:

$$\frac{2848}{3735} \times 100\% = 76,25\%$$

Hasil interpretasi penelitian untuk variabel Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN menunjukkan angka 76,25% dengan skor 2.848. Skor ini masuk dalam kategori interval sedang hingga baik, cenderung ke arah baik. Hal ini mengindikasikan bahwa mayoritas responden menilai Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN secara positif, meskipun hasilnya masih dapat ditingkatkan. Nilai 76,25% berada dalam rentang yang menunjukkan penerimaan dan kepercayaan yang cukup tinggi terhadap efektivitas dan kualitas Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN, namun masih terdapat peluang untuk perbaikan lebih lanjut untuk mencapai optimalisasi secara penuh.

4.3. Hasil Pengolahan Data

Setelah memperoleh data penelitian dan mentransformasikannya ke dalam tabel Microsoft Excel, penulis melanjutkan dengan pengolahan dan analisis data. Data diolah dengan aplikasi SPSS versi 27. Hasil pengolahan data dapat disajikan sebagai berikut.

4.3.1. Hasil Uji Validitas

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan teknik korelasi Pearson Product Moment untuk menilai validitas variabel X dan Y, dengan bantuan aplikasi Microsoft Excel 2019 dan SPSS 27. Data dinyatakan valid apabila nilai rhitung lebih besar dari nilai rtabel. Nilai rtabel untuk tingkat signifikansi 0,05 dengan jumlah sampel 83 adalah 0,213. Berikut ini adalah hasil perhitungan kuesioner yang diolah menggunakan SPSS 27 untuk variabel X.

Tabel 3. Hasil Uji Validitas Variabel X

| No. | rhitung | rtabel | Keterangan |
|-----|---------|--------|------------|
| 1 | 0,852 | 0,213 | Valid |
| 2 | 0,868 | 0,213 | Valid |
| 3 | 0,750 | 0,213 | Valid |
| 4 | 0,828 | 0,213 | Valid |
| 5 | 0,879 | 0,213 | Valid |
| 6 | 0,864 | 0,213 | Valid |
| 7 | 0,802 | 0,213 | Valid |
| 8 | 0,785 | 0,213 | Valid |
| 9 | 0,851 | 0,213 | Valid |
| 10 | 0,828 | 0,213 | Valid |

Sumber: Hasil Pengolahan SPSS 27, 2024

Berdasarkan analisis perhitungan yang telah dilakukan, maka ke-10 item kuesioner dapat dinyatakan valid. Dengan demikian, seluruh item variabel X akan dilanjutkan ke tahap pengujian selanjutnya. Selanjutnya, berikut ini adalah hasil perhitungan kuesioner untuk variabel Y.

Tabel 4. Hasil Uji Validitas Variabel Y

| No. | rhitung | rtabel | Keterangan |
|-----|---------|--------|------------|
| 1 | 0,735 | 0,213 | Valid |
| 2 | 0,498 | 0,213 | Valid |
| 3 | 0,674 | 0,213 | Valid |
| 4 | 0,702 | 0,213 | Valid |
| 5 | 0,748 | 0,213 | Valid |
| 6 | 0,697 | 0,213 | Valid |
| 7 | 0,498 | 0,213 | Valid |
| 8 | 0,784 | 0,213 | Valid |
| 9 | 0,717 | 0,213 | Valid |

Sumber: Hasil Pengolahan SPSS 27, 2024

Berdasarkan analisis perhitungan yang telah dilakukan, seluruh item kuesioner variabel Y, yang berjumlah 9 item dapat dinyatakan valid. Dengan demikian, seluruh item variabel X dan Y akan dilanjutkan ke tahap pengujian selanjutnya.

4.3.2. Hasil Uji Reliabilitas

Instrumen dinyatakan reliabel jika nilai Cronbach Alpha lebih besar dari 0,60. Berdasarkan perhitungan SPSS 21, nilai reliabilitas instrumen pada penelitian ini sangat reliabel, dengan nilai Cronbach Alpha sebesar 0.943 untuk variabel X dan 0.934 untuk variabel Y. Hal ini berarti instrumen yang digunakan untuk mengukur Praktik *Approach Control Surveillance* dan Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN adalah reliabel dan dapat mengukur fenomena yang diteliti secara konsisten.

Tabel 5. Hasil Uji Reliabilitas

| Var. | Cronbach's Alpha | Keterangan |
|------|------------------|------------|
| X | 0,949 | Reliabel |
| Y | 0,861 | Reliabel |

Sumber: Hasil Pengolahan SPSS 27, 2024

4.3.3. Hasil Uji Normalitas

Tabel 6. Hasil Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Unstandardized Residual

Asymp. Sig. (2-tailed) 0,151

Sumber: Hasil Pengolahan SPSS 27, 2024

Dalam penelitian ini, uji Kolmogorov-Smirov digunakan untuk mengetahui apakah model regresi, variabel pengganggu, atau residualnya menghasilkan distribusi normal. Model regresi yang baik ditandai dengan residual yang berdistribusi normal atau mendekati normal. Dasar pengambilan keputusan adalah nilai Asymp Sig (2-tailed) yang harus lebih besar dari 0,05. Nilai Asymp. Sig (2-tailed) yang diperoleh sebesar 0,151, menunjukkan bahwa data residual berdistribusi normal. Hasilnya disajikan dalam tabel berikut.

4.3.4. Hasil Uji Linearitas

Hubungan linear ditentukan jika nilai signifikansi untuk deviasi dari linearitas lebih besar dari 0,05. Nilai signifikansi untuk *deviation from linearity* adalah 0.190, yang mana lebih besar dari 0.05. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang linier antara variabel Praktik *Approach Control Surveillance* dan Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN. Hasil dari uji linearitas ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 7. Hasil Uji Lineritas

| ANOVA Table | |
|---------------------|--------------------------|
| | Deviation from Linearity |
| PLLP berbasis PBN * | |
| Praktik APS | 0,190 |

Sumber: Hasil Pengolahan SPSS 27, 2024

4.3.5. Analisis Korelasi

Menurut Sugiyono (2018), analisis ini dilakukan pada data interval. Oleh karena itu, korelasi Pearson Product Moment yang sesuai, dan nilai koefisien korelasi harus berada di antara -1 dan +1. Dalam pengambilan keputusan untuk uji korelasi ini, nilai r hitung dibandingkan dengan nilai r tabel. Jika koefisien korelasi (xy) lebih besar dari nilai r tabel, maka kedua variabel dianggap berkorelasi.

Untuk penelitian ini, nilai r tabel adalah 0,213 untuk tingkat kesalahan 5% dan jumlah sampel (n) sebanyak 83. Setelah mengolah data

menggunakan Microsoft Excel 2019 dan SPSS 27, ditemukan koefisien korelasi sebagai berikut.

Tabel 8. Hasil Uji Korelasi

| Correlation | | |
|-------------------|-------------|-------------------|
| | Praktik APS | PLLP berbasis PBN |
| Praktik APS | 1,000 | 0,845 |
| PLLP berbasis PBN | 0,845 | 1,000 |

Sumber: Hasil Pengolahan SPSS 27, 2024

Untuk tingkat kesalahan 5% dan jumlah sampel (n) sebanyak 83, nilai r tabel adalah 0,213. Hasil analisis menemukan nilai xy sebesar 0,845, yang melebihi nilai r tabel, yang mengindikasikan korelasi yang sangat kuat sesuai dengan pedoman Sugiyono (2018) yang dapat dilihat pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Interpretasi Koefisien Korelasi

| Interval Koefisien | Tingkat Hubungan |
|--------------------|------------------|
| 0,00 – 0,199 | Sangat Rendah |
| 0,20 – 0,399 | Rendah |
| 0,40 – 0,599 | Sedang |
| 0,60 – 0,799 | Kuat |
| 0,80 – 1,000 | Sangat Kuat |

Sumber: [27]

Hasil uji signifikansi menunjukkan bahwa xy (0.845) lebih besar dari nilai r tabel (0.213), yang mengkonfirmasi adanya hubungan yang positif dan signifikan antara Praktik *Approach Control Surveillance* dan Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN.

Pengujian hipotesis untuk signifikansi korelasi adalah sebagai berikut:

- H₀: Tidak ada hubungan antara variabel independen dan dependen.
- H_a: Terdapat hubungan antara variabel independen dan dependen.

Uji signifikansi menunjukkan bahwa rhitung (0.845) lebih besar dari rtabel (0.213), yang mengarah pada kesimpulan bahwa H_a diterima, dan terdapat korelasi yang kuat dan signifikan antara Praktik *Approach Control Surveillance* dan Pemanduan Lalu Lintas

Penerbangan berbasis PBN.

Tabel 10. Hasil Uji Determinasi

| Model Summary | |
|---------------|-------|
| R | 0,845 |
| R Square | 0,714 |

Sumber: Hasil Pengolahan SPSS 27, 2024

Selain itu, koefisien determinasi (R²) dihitung untuk menilai kontribusi variabel independen terhadap variabel dependen. Nilai R² sebesar 0.714 ditemukan, yang menunjukkan bahwa Praktik *Approach Control Surveillance* menjelaskan 71.4% dari varians dalam Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN. Sisanya sebesar 28.6% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang tidak diteliti dalam penelitian ini, seperti elemen manajemen penerbangan, peralatan navigasi yang digunakan, kemampuan dan performa personel, prosedur lokal, dan kebijakan industri penerbangan regional.

4.3.6. Analisis Regresi

Hasil analisis regresi linear sederhana disajikan dalam tabel sebagai berikut.

Tabel 11. Hasil Uji Regresi Linear

| Coefficients | | | |
|--------------|----------------------------|--------|-------|
| Model | Unstandardized Coefficient | t | Sig. |
| (Constant) | 13,055 | | |
| Praktik APS | 0,612 | 14,214 | 0,000 |

Sumber: Hasil Pengolahan SPSS 27, 2024

Persamaan regresi yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$Y = 13,055 + 0,612x$$

Konstanta (a) sebesar 13,055 menunjukkan nilai awal dari variabel dependen (Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN) ketika variabel independen (Praktik *Approach Control Surveillance*) bernilai nol. Koefisien regresi (b) sebesar 0,612 menandakan bahwa setiap kenaikan satu satuan pada Praktik *Approach Control Surveillance*, maka Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN akan meningkat sebesar 0,612 satuan. Nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0.000 lebih

kecil dari 0.05, menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan antara Praktik *Approach Control Surveillance* terhadap Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN.

Nilai *t*-hitung sebesar 14.214 lebih besar dari nilai tabel sebesar 1.663, sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima, dan Praktik *Approach Control Surveillance* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN.

4.4. Pembahasan

Berdasarkan temuan penelitian dan analisis data, beberapa wawasan penting mengenai hubungan antara pelatihan Praktik *Approach Control Surveillance* dan Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN dapat ditarik.

Pertama, interpretasi penelitian terhadap variabel Praktik *Approach Control Surveillance*, dengan menggunakan kuesioner dengan skala Likert, diperoleh skor total sebesar 2882 atau setara dengan persentase sebesar 69,44%. Hal ini mengindikasikan bahwa pelaksanaan Praktik *Approach Control Surveillance* oleh peserta diklat di PPI Curug relatif cukup memadai namun masih memiliki ruang untuk perbaikan, khususnya dalam penerapan PBN pada saat sesi praktek.

Kedua, interpretasi penelitian terhadap variabel Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN menunjukkan skor total 2.848, sesuai dengan persentase 76,25%. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN oleh peserta pelatihan di lingkungan operasional relatif efektif.

Analisis data menghasilkan beberapa hasil utama. Hasil uji korelasi menunjukkan koefisien korelasi Pearson (r) sebesar 0.845, yang termasuk dalam kategori korelasi sangat kuat. Oleh karena itu, terdapat hubungan yang sangat kuat antara variabel Praktik *Approach Control Surveillance* dan Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN.

Hasil uji determinasi menunjukkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.714, menunjukkan bahwa 71.4% variabel dependen (Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN) dipengaruhi oleh variabel independen (Praktik *Approach Control Surveillance*). Sisanya sebesar 28,6% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti dalam penelitian ini,

seperti manajemen penerbangan, peralatan navigasi yang digunakan, kemampuan dan pelatihan personil, serta kebijakan dan prosedur industri lokal.

Selain itu, hasil uji regresi linier sederhana menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0.000 yang kurang dari 0.05, yang mengindikasikan adanya pengaruh yang signifikan antara Praktik *Approach Control Surveillance* terhadap Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN. Persamaan regresi yang diperoleh adalah $Y = 13.055 + 0.612X$, yang berarti bahwa peningkatan Praktik *Approach Control Surveillance* menyebabkan peningkatan yang sesuai pada Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN.

Berdasarkan temuan-temuan ini, beberapa rekomendasi dapat dibuat untuk mengatasi masalah-masalah yang teridentifikasi. Untuk memfasilitasi pendidikan dan pelatihan yang relevan yang sejalan dengan kemajuan teknologi navigasi, sangat penting untuk merancang prosedur PBN di Bandara Seahorse sebagai media untuk simulasi kontrol lalu lintas udara praktis. Simulasi ini memungkinkan para pengatur lalu lintas penerbangan (ATC) untuk berlatih dalam skenario realistis yang mencerminkan kondisi operasional yang sebenarnya. Pendekatan ini dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan ATC dalam memberikan panduan lalu lintas berbasis teknologi PBN. Pelatihan simulasi berbasis PBN memungkinkan ATC untuk mengasah kemampuan mereka dalam lingkungan yang aman, mengurangi risiko kesalahan manusia dan meningkatkan efisiensi dan keselamatan dalam penerbangan. Dengan demikian, implementasi Praktik *Approach Control Surveillance* akan lebih efektif dan berdampak positif terhadap pemanduan lalu lintas penerbangan berbasis PBN, sesuai dengan temuan penelitian yang menunjukkan hubungan yang kuat antara variabel-variabel tersebut.

Perancangan prosedur PBN di Bandara Seahorse juga harus mencakup latihan simulasi PBN dalam silabus pelatihan Praktik *Approach Control Surveillance*. Hal ini melengkapi pembelajaran PBN secara teoritis yang telah dimasukkan dalam silabus dengan pengalaman simulasi praktis dalam pemanduan lalu lintas penerbangan. Dengan mengintegrasikan latihan simulasi pemanduan lalu lintas penerbangan

berbasis PBN ke dalam silabus pelatihan *Approach Control Surveillance*, pendidikan dan pelatihan akan menjadi lebih komprehensif dan efektif. Hal ini akan secara signifikan meningkatkan kemampuan ATC dalam menerapkan prosedur PBN, yang selanjutnya akan memberikan kontribusi terhadap keselamatan operasional dan efisiensi dalam penerbangan.

Untuk meningkatkan keterampilan praktis peserta dalam *Approach Control Surveillance* berbasis PBN, mengoptimalkan penggunaan simulasi dapat menjadi solusi yang efektif. Simulasi yang intensif dan realistis memungkinkan peserta untuk berlatih di lingkungan yang sangat mirip dengan kondisi operasional yang sebenarnya. Hal ini dapat dicapai dengan mengembangkan skenario pelatihan yang mencerminkan potensi situasi dunia nyata, seperti kondisi cuaca buruk, lalu lintas udara yang padat, dan keadaan darurat. Penggunaan teknologi canggih dalam simulasi, seperti perangkat lunak yang meniru sistem PBN dan *Approach Control Surveillance*, akan membantu para peserta untuk lebih menguasai teknik-teknik yang diperlukan. Selain itu, evaluasi berkala selama sesi simulasi dapat memberikan umpan balik yang konstruktif bagi para peserta, membantu mereka mengidentifikasi kelemahan dan area yang perlu ditingkatkan. Dengan demikian, para peserta akan lebih siap dan terampil dalam menerapkan teori yang telah dipelajari ke dalam praktik nyata, menjembatani kesenjangan antara pengetahuan teoritis dan kemampuan praktis.

Kombinasi dari pendekatan-pendekatan ini diantisipasi untuk secara signifikan meningkatkan kualitas dan efektivitas program pelatihan pemanduan lalu lintas penerbangan, memastikan bahwa para pengendali dilengkapi dengan baik untuk mengelola skenario lalu lintas penerbangan modern secara efisien dan aman. Korelasi kuat yang ditemukan dalam penelitian ini menggarisbawahi dampak penting dari pelatihan berkualitas tinggi terhadap kinerja keseluruhan operasi pemanduan lalu lintas penerbangan. Oleh karena itu, investasi berkelanjutan dalam metodologi dan teknologi pelatihan yang canggih sangat penting untuk memenuhi tuntutan industri penerbangan yang terus berkembang.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan temuan penelitian dan analisis data, terbukti bahwa Praktik *Approach Control Surveillance* secara signifikan mempengaruhi Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN. Koefisien korelasi Pearson sebesar 0.845 menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara variabel variabel tersebut. Lebih lanjut, koefisien determinasi sebesar 0.714 menunjukkan bahwa 71.4% dari varians dalam Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN dapat dikaitkan dengan Praktik *Approach Control Surveillance* yang menyoroti dampak penting dari pelatihan yang efektif terhadap kinerja operasional. Analisis regresi, dengan nilai signifikansi 0.000, menegaskan pengaruh yang signifikan secara statistik, yang menunjukkan bahwa peningkatan dalam Praktik *Approach Control Surveillance* secara langsung meningkatkan Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN.

Temuan ini menggarisbawahi pentingnya mengintegrasikan latihan simulasi tingkat lanjut dan skenario realistis ke dalam program pelatihan untuk menjembatani kesenjangan antara pengetahuan teoritis dan aplikasi praktis. Penelitian ini menekankan perlunya investasi berkelanjutan dalam metodologi dan teknologi Pelatihan modern untuk memenuhi tuntutan industri penerbangan yang terus berkembang. Penelitian di masa depan dapat mengeksplorasi faktor-faktor lain yang mempengaruhi Pemanduan Lalu Lintas Penerbangan berbasis PBN, seperti sistem manajemen penerbangan dan kebijakan industri lokal. Implikasi dari penelitian ini dapat meningkatkan program pelatihan pengatur lalu lintas udara, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi dan keselamatan operasi penerbangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, terutama kepada para peserta pelatihan *Approach Control Surveillance* di Politeknik Penerbangan Indonesia - Curug dalam kurun waktu tiga tahun terakhir dan kepada pihak akademis atas dukungan yang tak pernah putus, kerja sama, dan wawasan yang berharga selama penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. A. Dmochowski and J. Skorupski, "A Method of Evaluating Air Traffic Controller Time Workload," in *Development of Transport by Telematics: 19th International Conference on Transport System Telematics*, Selected Papers 19., vol. TST 2019, Springer International Publishing, 2019, pp. 363–376. doi: 10.1007/978-3-030-27547-1_26.
- [2] International Civil Aviation Organization, *Doc 9750 Global Air Navigation Plan*, Fifth. Montreal: International Civil Aviation Organization, 2016.
- [3] K. O. Kasim, "Assessing the Benefits of Performance-Based Navigation Procedures," *Journal of Aviation Technology and Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 45–49, 2017.
- [4] I. V. Ostroumov, "NavAids Facility for Aircraft Positioning," in *The Sixth World Congress "Aviation in The XXI-st Century"*, Kiev: National Aviation University, Sep. 2014, pp. 321–325.
- [5] K. Sivits and M. Cagle, "Reduce the Cost of Implementing Legacy NAVAIDS in the NAS Through the Use of a COTS/NDI Based Acquisition Strategy," in *2021 Integrated Communications Navigation and Surveillance Conference (ICNS)*, IEEE, Apr. 2021, pp. 1–10. doi: 10.1109/ICNS52807.2021.9441647.
- [6] B. Haltli, P. Ewing, and H. Williams, "Global Navigation Satellite System (GNSS) and Area Navigation (RNAV) Benefiting General Aviation," in *24th Digital Avionics Systems Conference*, Washington DC: IEEE, Nov. 2005, pp. 13.A.5-1-13.A.5-8. doi: 10.1109/DASC.2005.1563426.
- [7] R. Barhydt and C. A. Adams, "Human Factors Considerations for Performance-Based Navigation," Virginia, Dec. 2006.
- [8] International Civil Aviation Organization, *Doc. 4444 Procedures for Air Navigation and Air Traffic Management*. ICAO, 2016.
- [9] J. M. Kraut *et al.*, "Effects of Data Communications Failure on Air Traffic Controller Sector Management Effectiveness, Situation Awareness, and Workload," in *Human Interface and the Management of Information. Interacting with Information. Human Interface. Lecture Notes in Computer Science.*, vol. 6772, Springer, 2011, pp. 493–499. doi: 10.1007/978-3-642-21669-5_58.
- [10] G.-C. A. Ogbeide, "A Case Study of Restaurant Training Motivations and Outcomes," *Anatolia: An International Journal of Tourism and Hospitality Research*, vol. 19, no. 1, pp. 172–177, Jul. 2008, doi: 10.1080/13032917.2008.9687063.
- [11] G. Singh, "Impact of Training On Job Performance at Diesel Locomotive Work," *Journal of Management Research and Analysis*, vol. 1, no. 1, pp. 27–41, 2014.
- [12] S. K. Soldatov, K. I. Zasyad'ko, A. V. Bogomolov, A. P. Vonarshenko, and A. V. Solomka, "Professionally Important Skills of Air Traffic Controllers," *Hum Physiol*, vol. 44, no. 7, pp. 775–778, Dec. 2018, doi: 10.1134/S0362119718070150.
- [13] R. Tiwari, M. Sharma, B. Singh, and T. Dutt, "Impact of Trainings on The Gain in Knowledge of The Field Veterinary Professionals," *Journal of Community Mobilization and Sustainable Development*, vol. 6, pp. 112–116, 2011.
- [14] L. W. van Meeuwen, S. Brand-Gruwel, P. A. Kirschner, J. J. P. R. de Bock, and J. J. G. van Merriënboer, "Fostering self-regulation in training complex cognitive tasks," *Educational Technology Research and Development*, vol. 66, no. 1, pp. 53–73, Feb. 2018, doi: 10.1007/s11423-017-9539-9.
- [15] Y. Zhang and S. Jin, "Research on the Allocation of Control Position in Domestic Air Traffic Control Units," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 688, no. 4, p. 044035, Nov. 2019, doi: 10.1088/1757-899X/688/4/044035.
- [16] J. Keller, F. Mendonca, J. Cutter, M. Suckow, and B. Dillman, "Justification and development of competencies to transform a collegiate aviation flight program," *The Journal of Competency-Based Education*, vol. 5, no. 3, Sep. 2020, doi: 10.1002/cbe2.1216.
- [17] Z. Z. Shamsiev, "Improving The Process of Training Air Traffic Controllers Based on The Formation of An Electronic Educational Environment," *Journal of Airline Operations and Aviation Management*, vol. 1, no. 2, pp. 1–6, Dec. 2022, doi: 10.56801/jaoam.v1i2.5.
- [18] K. M. Kholostov and I. V. Goroshko, "Optimal Planning of Professional Training for Air Traffic Controllers," *Russian Engineering Research*, vol. 42, no. 1, pp. 85–88, Jan. 2022, doi: 10.3103/S1068798X22010087.
- [19] Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Perhubungan Udara, *Kurikulum dan Silabus Pelatihan Approach Control Surveillance*. Jakarta: Kementerian Perhubungan, 2022.
- [20] S. Malakis and T. Kontogiannis, "Refresher Training for Air Traffic Controllers: Is It Adequate to Meet the Challenges of Emergencies and Abnormal Situations?," *Int J Aviat Psychol*, vol. 22, no. 1, pp. 59–77, Jan. 2012, doi: 10.1080/10508414.2012.635127.
- [21] KBBI, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, 6th ed. Jakarta: Balai Pustaka, 2023.

- [22] D. A. Jacobsen, P. Eggen, and D. Kauchak, *Methods for Teaching*, 8th ed. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2009.
- [23] L. Y. Hidayat, H. Fadly, and M. A. Sulaiman, "RANCANGAN PROTOTYPE MONITORING NOTIFICATION ALARM PADA PERALATAN NAVIGASI MERK THALES," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, Aug. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4305.
- [24] International Civil Aviation Organization, *Doc 9613 Performance-based Navigation (PBN) Manual*, Third., vol. II. Montreal: International Civil Aviation Organization, 2008.
- [25] A. B. Pradana, *Metode Penelitian Ilmiah*. Tangerang: STPI, 2019.
- [26] Ardiansyah, Risnita, and M. S. Jailani, "Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen Ilmiah Pendidikan Pada Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif," *IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, Jul. 2023, doi: 10.61104/ihsan.v1i2.57.
- [27] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, 2nd ed. Bandung: Alfabeta, 2019.
- [28] E. T. Koh and W. L. Owen, "Descriptive Research and Qualitative Research," in *Introduction to Nutrition and Health Research*, Boston, MA: Springer US, 2000, pp. 219–248. doi: 10.1007/978-1-4615-1401-5_12.
- [29] H. Nassaji, "Qualitative and descriptive research: Data type versus data analysis," *Language Teaching Research*, vol. 19, no. 2, pp. 129–132, Mar. 2015, doi: 10.1177/1362168815572747.
- [30] M. Waruwu, "Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif, dan Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method)," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 7, no. 1, pp. 2896–2910, 2023.
- [31] S. Siregar, "Metode Penelitian Kuantitatif: Dilengkapi dengan Perbandingan Perhitungan Manual dan SPSS," *Jurnal Ilmu Pemerintahan*, vol. 5, no. 3, pp. 1105–1118, 2013.