

DESAIN AIR TRAFFIC SERVICE ROUTE PENERBANGAN SURABAYA MENUJU SINGAPURA DAN MALAYSIA GUNA EFISIENSI PENERBANGAN

¹Mutiara Ayu Umi Hanifah, ²Djoko Jatmoko, ³Lina Rosmayanti, ⁴Umi Salamah

¹Jurusan Keselamatan Penerbangan
Politeknik Penerbangan Indonesia Curug
16072010018@ppicurug.ac.id

²Jurusan Keselamatan Penerbangan
Politeknik Penerbangan Indonesia Curug
djokojatmoko1959@gmail.com

³Jurusan Keselamatan Penerbangan
Politeknik Penerbangan Indonesia Curug
lina.rosmayanti@ppicurug.ac.id

⁴Jurusan Manajemen Logistik dan
Keuangan Matra Laut
Politeknik Angkatan Laut
umiaal46@gmail.com

Article history:

Received July 22, 2024

Revised July 26, 2024

Accepted July 29, 2024

Abstract

Air traffic service (ATS) routes are essential to optimize flight efficiency, safety, security, and comfort. This study aims to improve safety, operational efficiency, air traffic management, and pilot comfort in the airspace managed by Perum LPPNPI Surabaya Branch by designing a new ATS route. The existing international ATS route from Surabaya to Singapore and Malaysia is limited to one path via RAMPY and SUMDI, which causes inefficiency, traffic conflict, and pilot discomfort. To address these issues, this study conducted an extensive analysis of air traffic data, conflict risk, and operational efficiency. Using a research and development methodology guided by the ICAO 9906 Document Quality Assurance framework, an alternative route named the conventional ATS route was developed based on the preferred route (UPR) concept. This study used quantitative and qualitative methods, including simulation and data evaluation, to validate the new route. The findings show that the new ATS route significantly improves operational safety and efficiency, reduces traffic conflict, and improves pilot comfort. The new route provides greater flexibility for pilots and supports more effective air traffic management, which is a major improvement over the current route. These improvements are essential to accommodate the ever-increasing demand for air traffic while ensuring safety and comfort. Thus, conventional ATS routes not only address current challenges but also lay the foundation for future improvements in air traffic management and pilot operations, highlighting the importance of continued advancement in aviation infrastructure.

Keywords: *ATS route, user preferred route, flight procedure design*

Pendahuluan

Air Traffic Service Route (ATS Route) adalah rute khusus yang dirancang untuk memfasilitasi arus lalu lintas penerbangan dan mendukung pelayanan pemanduan lalu lintas penerbangan [1]. ATS Route memainkan peran penting dalam memastikan keselamatan dan efisiensi operasional di sektor penerbangan [2]. Setiap bandar udara terhubung dengan ATS Route yang menghubungkan satu bandar udara dengan yang lainnya, dikelola oleh Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia (LPPNPI). Di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya, Perum LPPNPI Cabang Surabaya memberikan pelayanan navigasi udara untuk semua penerbangan di wilayah Surabaya Control Zone (CTR) dan Surabaya Terminal Area (TMA) hingga ketinggian maksimum FL240. Namun, ada beberapa kendala dalam ATS Route yang ada di Perum LPPNPI Cabang Surabaya, terutama pada rute internasional menuju Singapura dan Malaysia melalui poin RAMPY, yang sering mengalami konflik lalu lintas penerbangan dan meningkatkan risiko keselamatan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perancangan ATS Route yang efektif harus mempertimbangkan faktor keselamatan, efisiensi, dan ekonomi [3][4]. Misalnya, penelitian oleh Johnson dan Wang menemukan bahwa konflik lalu lintas di area tertentu dapat meningkatkan risiko tabrakan, sehingga perlu ada rute baru untuk mengurangi potensi konflik dan meningkatkan keselamatan operasional [5]. Selain itu, penelitian oleh Smith et al. menunjukkan bahwa efisiensi operasional dapat dicapai dengan merancang rute yang lebih pendek dan langsung, menghemat jarak tempuh dan bahan bakar, serta mengurangi beban kerja ATC [6]. Namun, penelitian-penelitian ini belum sepenuhnya mengatasi masalah preferensi pengguna dan fleksibilitas rute. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan pendekatan baru dalam pengembangan ATS Route dengan fokus pada integrasi User Preferred Route (UPR), yang memberikan fleksibilitas bagi pilot untuk memilih rute yang lebih ekonomis dan efisien.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang ATS Route baru yang dapat meningkatkan keselamatan, efisiensi, dan fleksibilitas operasional penerbangan dari Surabaya menuju Singapura dan Malaysia. Dengan merancang rute alternatif yang lebih efisien dan ekonomis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif kepada Perum LPPNPI Cabang Surabaya, menciptakan lingkungan penerbangan yang lebih aman, efisien, dan nyaman bagi semua pemangku kepentingan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung tugas-tugas penting yang dilakukan oleh ATC dalam menjaga keselamatan dan efisiensi operasi penerbangan, serta memberikan dasar yang kuat untuk implementasi User Preferred Route (UPR) dalam desain ATS Route [8].

Metode Penelitian

Menurut Okpatrioka menyatakan bahwa Research and Development (R&D) adalah metode penelitian yang bertujuan untuk menciptakan suatu produk khusus dan menguji sejauh mana produk tersebut efektif [7]. Untuk menghasilkan produk tertentu, dilakukan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan, sementara untuk memastikan efektivitas produk di masyarakat, diperlukan penelitian guna menguji kinerja produk tersebut. Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan alat ukur kecepatan lari berbasis mikrokontroler dengan antarmuka komputer pribadi.

Dalam melaksanakan metode penelitian Research and Development (R&D), peneliti perlu memperhatikan tahapan perancangan dan memastikan telah mengikuti tahapan yang ada sesuai dengan urutannya. Pada penelitian ini peneliti akan merancang sebuah Instrument Flight Procedure (IFP) berupa Air Traffic Service (ATS) Route. Dijelaskan dalam ICAO Document 9906 Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design bahwa “The development of an IFP follows a series of steps from the origination of data through survey to the final publication of the procedure and subsequent coding of it for use in an airborne navigation database. There should be quality control procedures in place at each step to ensure that the necessary levels of accuracy and integrity are achieved and maintained”. Dapat disimpulkan bahwa dalam membuat Instrument Flight Procedure (IFP) harus mengikuti tahapan perancangan yang sudah diverifikasi oleh ICAO sebagai quality control procedures [8].

Terdapat delapan (8) tahapan awal yang menjadi acuan penulis dalam merancang pada penelitian ini berdasarkan ICAO Document 9906 Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design antara lain:

1. Tahap 1 (Initiation),

Pada tahap 1 initiation ini peneliti harus mengadakan research terlebih dahulu mengenai flight procedure design (FPD) yang sudah ada dan permasalahan atau kekurangan yang ada serta bagaimana FPD baru yang dibutuhkan. Hal tersebut bisa didapatkan dari feedback stakeholder terkait.

2. Tahap 2 (Collect and validate all data),

Pada tahap 2 collect and validate all data, peneliti bisa mengumpulkan data yang dibutuhkan secara langsung dengan observasi lapangan kemudian divalidasi ataupun mendapatkan data matang yang sudah divalidasi pihak terkait. Data yang dikumpulkan yaitu terrain data, obstacle data, aerodrome data, aeronautical data, navaid data dan data waypoint yang sudah ada dan berpengaruh pada navigasi yang direncanakan.

3. Tahap 3 (Create conceptual design),

Pada tahap 3 create conceptual design, peneliti membuat konsep rancangan untuk mengembangkan atau merevisi suatu produk (flight procedure design) yang sudah ada, menciptakan produk atau rancangan baru

4. Tahap 4 (Review by stakeholder),

Pada tahap 4 review by stakeholder ini peneliti harus meminta penilaian untuk mengecek kelayakan konsep rancangan flight procedure design yang akan dirancang peneliti dan umpan balik (feedback) dari stakeholder terkait untuk direvisi atau diperbaiki sehingga lebih baik lagi konsep flight procedure design yang dirancang.

5. Tahap 5 (Apply criteria),

Setelah conceptual design selesai di-review, peneliti merancang desain sesuai dengan kaidah/kriteria (Apply criteria) menggunakan COTS software method. peneliti melakukan perancangan untuk mengembangkan atau merevisi suatu produk (flight procedure design) yang sudah ada, menciptakan produk atau rancangan baru dan menguji keefektifannya. Dalam merancang, peneliti menggunakan COTS (commercial off-the-shelf software) software method. COTS method menggunakan software yang digunakan secara komersil (commercial off-the-shelf software), seperti CAD packages (Computer aided design) yaitu software Autocad.

6. Tahap 6 (Documentation and Store),

Data-data perhitungan dan desain prosedur instrument didokumentasikan dan disimpan dalam arsip sebagai data yang mendasari perancangan instrument procedure. Data perhitungan dan desain prosedur instrumen diperoleh dengan mengacu pada ICAO Doc. 8168 Vol. I dan II sebagai pedoman ilmu PANS-OPS.

7. Tahap 7 (Conduct Safety Assessment),

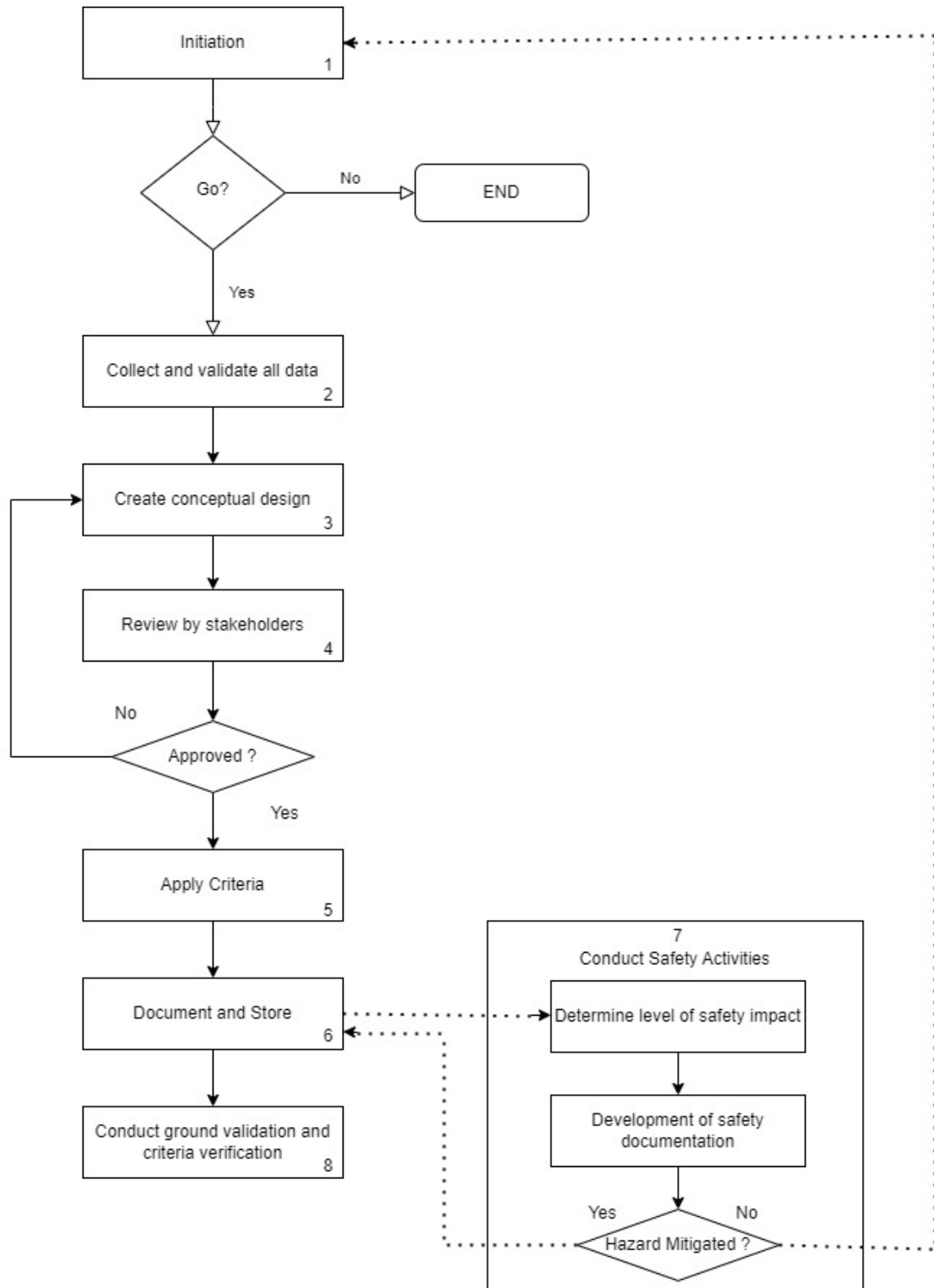
Kegiatan assessment (Safety Assessment) menentukan tingkat keselamatan (level of safety) prosedur oleh Safety Quality Manager. Pada penelitian ini akan dikaji oleh Manager.

8. Tahap 8 (Ground Validation)

Ground Validation dilakukan oleh Flight procedure designer yang berkompeten dengan menggunakan seperangkat alat validasi (validation tool) sesuai ICAO Doc 9906 AN/472 Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design Volume 5 Validation of Instrument Flight Procedure [9]. Validasi memiliki tahapan sebagai berikut:

- a. Persiapan/preparation validasi yang terdiri dari software validasi, jadwal, dan konsolidasi tim validator.
- b. Software validation coverage mempersiapkan apakah software validasi sudah mencakup kebutuhan validasi rancangan instrument procedure.
- c. Tool inputs harus dilakukan dengan memasukan data-data bandar udara yang dibutuhkan yaitu CAO Doc 9906 AN/472 Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design Volume 5 Flight Procedure Design Software Validation:
 - 1) Integrasi & update data aeronautika (Aeronautical integration & update)
 - 2) Data terrain/rintangan (Terrain & data input validation)
- d. Validation methodology yang digunakan sesuai dengan kaidah validasi dalam ICAO Document dan manual software validasi

Untuk lebih jelasnya, alur tahapan perancangan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur tahapan perancangan

Berdasarkan ICAO Doc. 9906, Proses prosedur penerbangan instrumen meliputi: inisiasi dan pengumpulan persyaratan dan batasan, perolehan data, FPD, validasi darat, validasi penerbangan dan inspeksi penerbangan (bila diperlukan), persetujuan dan publikasi [10]. Proses prosedur penerbangan instrumen merupakan tahapan yang sangat penting dalam memastikan keselamatan dan keefektifan penerbangan[11]. Setelah inisiasi dan pengumpulan persyaratan serta batasan, langkah selanjutnya

adalah perolehan data. Tahapan ini melibatkan pengumpulan informasi yang relevan untuk digunakan dalam pengembangan prosedur penerbangan instrumen.

Selanjutnya, terdapat proses pengembangan Flight Procedure Design (FPD). FPD melibatkan pembuatan rancangan prosedur penerbangan instrumen yang sesuai dengan persyaratan dan batasan yang telah ditetapkan. Proses ini mencakup penentuan rute penerbangan, titik awal dan akhir, serta segala parameter yang diperlukan untuk navigasi dan pendaratan yang aman.

Setelah rancangan selesai, langkah selanjutnya adalah validasi rancangan. Validasi ini melibatkan pengujian dan evaluasi terhadap prosedur penerbangan instrumen sebelum disimulasikan dengan simulasi penerbangan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa prosedur tersebut dapat dilaksanakan dengan baik dan sesuai dengan standar keselamatan yang ditetapkan.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan dengan metode penelitian Research and Development (R&D) mengacu pada ICAO Document 9906 Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design dengan 8 tahap. Pada tahap pertama dilakukan observasi langsung di lapangan serta melalui need assessment dengan wawancara tidak terstruktur. Penulis menemukan beberapa permasalahan selama melaksanakan On the Job Training (OJT) di Perum LPPNPI Cabang Surabaya pada bulan Oktober - Desember 2023. Penerbangan dari Surabaya ke Singapura dan Malaysia, yang merupakan penerbangan terjadwal yang cukup ramai, menggunakan rute eksisting (RAMPY) yang kurang efisien karena padatnya lalu lintas dan banyaknya konflik di rute tersebut. Kebanyakan pesawat tidak mengikuti rute yang ada karena tujuan penerbangan berada di barat laut, namun rute eksisting mengarahkan ke timur laut. Hal ini menambah beban kerja ATC dan memerlukan koordinasi tambahan dengan unit terkait.

Berdasarkan pengalaman dan analisis responden, terdapat kebutuhan untuk merancang rute baru yang lebih efisien untuk mengurangi beban kerja ATC dan meningkatkan keselamatan penerbangan. Studi kasus penerbangan dari Surabaya ke Pangkalan Bun menunjukkan bahwa perubahan rute dari RAMPY ke LASEM yang lebih sepi dari konflik lalu lintas, meningkatkan efisiensi penerbangan. Penulis melanjutkan tahapan perancangan seperti collecting data serta mengolah data penerbangan yang dibutuhkan dalam membuat rute dan penulis merancang rute ATS baru menggunakan AutoCAD. Gambar 2 memperlihatkan hasil rancangan dalam penelitian ini.

Penulis merancang rute ATS baru menggunakan AutoCAD dan memvalidasinya melalui Tahap Safety Assessment oleh Manager Safety Operation dan Tahap Ground Validation dengan tiga validator yang kompeten di bidang PANS-OPS. Hasil validasi menunjukkan kebutuhan akan rute yang lebih efisien dengan lebih sedikit konflik lalu lintas berdasarkan rangkuman hasil data yang diperoleh.

Tahap validasi ini bertujuan untuk mengkaji dan mengevaluasi hasil desain yang telah dibuat penulis. Tahap Ground or Pre-Flight Validation ini akan dilakukan dengan metode kuesioner dan pengisian checklist kepada 3 validator. Pada penelitian ini penulis menggunakan 3 validator antara lain:

- a. Ahli Pendidikan bidang PANS-OPS
- b. Ahli PANS-OPS di Perum LPPNPI Cabang Surabaya
- c. Ahli ATC pada unit Approach Control Surveillance (APS)

Pada tahap validasi ini penulis menggunakan metode pengisian lembar validasi yang indikatornya disusun berdasarkan ICAO Doc. 9906 – Quality Assurance Volume 5 pada Appendix C: Validation Templates For Fixed-Wing Aircraft [9]. Berikut di bawah ini adalah hasil reduksi data dari Ground or Pre-Flight Validation oleh 3 validator yang memiliki kompetensi terkait.



Gambar 2. Hasil rancangan

Hasil validasi rancangan dijelaskan secara singkat dan dirangkum secara keseluruhan sebagaimana yang didaftarkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Checklist ground or pre-flight validation

Bentuk Pertanyaan	Validasi		Keterangan
	Sudah	Belum	
Apakah rancangan ATS Route ini sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna?	✓		Sudah, selama dalam proses merancang mengacu pada dokumen perancangan yaitu ICAO Doc. 8168
Apakah data yang dikumpulkan sudah sesuai dengan data yang dibutuhkan dalam pembuatan rancangan ATS Route?	✓		Sudah, data traffic, terrain, navaid, dll.

Apakah data yang dikumpulkan sudah berdasarkan sumber-sumber data yang valid?	✓	Data terrain menggunakan Data Terrain Model dengan akurasi 30 m, data traffic diperoleh langsung dari lapangan.
Apakah data Navaid, TMA, dan Obstacle yang digunakan sudah sesuai dengan kondisi sebenarnya?	✓	Sudah, data diambil melalui sumber yang valid yaitu AIP Indonesia yang terupdate.
Apakah metode yang digunakan dalam membuat rancangan ini sudah sesuai dengan prosedur?	✓	Sudah, dalam merancang mengacu pada ICAO Doc. 8168 PANS-OPS
Apakah software yang digunakan dalam membuat rancangan ATS Route sudah tepat?	✓	Dalam metode pembelajaran, menggunakan software Autocad dan Global Mapper dirasa sudah cukup tepat.
Apakah rancangan ATS Route sudah memperhatikan efisiensi pergerakan pesawat udara?	✓	Sudah, sesuai dengan ICAO Doc. 8168 PANS-OPS
Apakah protection area pada rancangan ini sudah sesuai dengan prosedur?	✓	Sudah, dalam merancang mengacu pada ICAO Doc. 8168 PANS-OPS
Apakah dengan diterapkannya rancangan ATS Route ini sudah dapat meningkatkan keselamatan pergerakan pesawat udara?	✓	Ya, keselamatan merupakan aspek utama yang perlu ditingkatkan kembali.
Apakah ATS Route yang diterapkan sudah bisa meminimalisir potensi kendala dari segi safety yang mungkin timbul ?	✓	Potensi kendala ada pada crossing Route yang mengakibatkan adanya potensi konflik pesawat sehingga perlu dijembatani dengan pemberian point dan penerapan SOP di Cabang.
Apakah rancangan ATS Route ini sudah layak untuk diterapkan? Jika belum, hal apa yang perlu diperbaiki?	✓	Layak, dengan beberapa masukan yang perlu diperbaiki dan disempurnakan kembali

Dalam proses perancangan, beberapa pertimbangan utama diperhatikan. Pertama, jumlah penerbangan menunjukkan rata-rata 240 penerbangan per bulan untuk rute WARR-WSSS dan 250 penerbangan per bulan untuk rute WARR-WMKK, yang menandakan kebutuhan akan perancangan rute baru. Kedua, rute baru harus menghindari memotong rute lain yang sibuk. Rute yang dirancang hanya memotong W-13, yang bukan merupakan rute padat berdasarkan data jumlah penerbangan harian. Ketiga, rancangan harus sesuai dengan kebutuhan ATC untuk efisiensi dan keselamatan, yang telah dinilai melalui need assessment.

Rute ATS baru dirancang mulai dari SBR VOR/DME melalui W16 menuju LASEM, kemudian masuk ke W16N untuk menuju AYUMI. Jika terdapat konflik dengan pesawat yang menggunakan W13, poin RAFAR digunakan sebagai solusi. Pesawat departure melalui W16N harus mencapai RAFAR pada atau di atas FL210, sedangkan overflying yang akan landing melalui W13 harus mencapai RAFAR pada atau di bawah FL200. Rute berakhir di AYUMI dan dilanjutkan dengan intercept M635 menuju SUMDI.

Dari hasil analisis, rute eksisting melalui RAMPY kurang efisien sehingga dapat mempengaruhi kelancaran pelayanan lalu lintas penerbangan dan keselamatan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan penerbangan, perlu adanya rancangan ATS Route baru sebagai rute alternatif yang lebih efisien untuk penerbangan Surabaya menuju Singapura dan Malaysia. Perancangan ini mengacu pada ICAO Document 9906 dan ICAO Document 8168 Volume I dan II, memastikan prosedur yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi, memudahkan kerja ATC, dan meningkatkan keselamatan penerbangan.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang rute ATS baru yang menghubungkan Surabaya ke arah utara, yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan pergerakan pesawat udara. Proses perancangan melibatkan delapan tahapan utama, termasuk penilaian awal, pengumpulan data, pemilihan metode, perancangan rute, evaluasi keamanan, dan validasi pra-penerbangan. Pada tahap penilaian keselamatan, metode kuesioner dan checklist digunakan oleh validator kompeten untuk memastikan rute memenuhi standar berdasarkan dokumen ICAO. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rute yang dirancang telah memenuhi kebutuhan pengguna, menggunakan data yang valid, dan mempertimbangkan efisiensi serta keselamatan pergerakan pesawat.

Validasi oleh ahli PANS-OPS, ahli desain PANS-OPS, dan ahli ATC menunjukkan bahwa rute ATS baru ini sesuai dengan standar ICAO Doc. 8168 dan dapat meminimalkan potensi konflik. Evaluasi menunjukkan bahwa rute ini telah dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan lapangan, menghindari obstacle, dan memenuhi standar keselamatan yang berlaku. Software yang digunakan, seperti Autocad dan Global Mapper, dianggap tepat untuk proses perancangan ini.

Secara keseluruhan, rute ATS baru ini layak untuk diimplementasikan dengan beberapa saran penyempurnaan untuk memastikan efektivitas jangka panjang. Diharapkan, dengan penerapan rute ini, keselamatan dan efisiensi pergerakan pesawat udara di wilayah ini akan meningkat secara signifikan, memberikan manfaat bagi seluruh pengguna dan pihak terkait.

Daftar Pustaka

- [1] Afrizal Wahiddin Samsudin Tengku Idris, Dani Chandra Yudo Pranoto, and Abdul Mu'tiSazali. 2021. Perlunya ATS Route Antara PKN VOR Dan Poin Sumdi Untuk Optimalisasi Lalu Lintas Penerbangan Di Pangkalan Bun Control Zone (CTR) dan Terminal Control Area (TMA). *PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021*, pp. 1-8.
- [2] A. T. S. ICAO Annex 11. 2018. *Annex 11*. November.
- [3] ICAO. 2018. *ICAO Doc 8168 Volume I*, vol. I, November.
- [4] ICAO. 2020. *New Doc 8168 PANS Ops volume 2* (7th ed 2020).
- [5] Y. Wang, R. Hu, S. Lin, M. Schultz, and D. Delahaye. 2021. The impact of automation on air traffic controller's behaviors. *Aerospace*, vol. 8, no. 9, pp. 1–21, doi: 10.3390/aerospace8090260.
- [6] M. R. Smith and P. A. Hancock. 2020. Training for Stress and Workload Management in Air Traffic Control. *Hum. Factors Aerosp. Saf.*, vol. 20, no. 2, pp. 89–98, doi: 10.1177/1461356719893512.
- [7] Okpatrioka. 2023. Research And Development (R & D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. *J. Pendidikan, Bhs. dan Budaya*, vol. 1, no. 1, pp. 86–100.
- [8] ICAO Doc 9906 Vol. 1. 2009. *Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design*, vol. 1.
- [9] International Civil Aviation Organization. 2012. *ICAO Doc. 9906 Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design Volume 5 Validation of Instrument Flight Procedures*, vol. 5.

- [10] ICAO. 2009. *Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design Volume 1 Flight Procedure Design Quality Assurance System*, vol. 1.
- [11] ICAO Doc 4444. 2016. *Doc 4444 - Air Traffic Management - Procedures for Air Navigation Services*.