
**PENGARUH AIR TRAFFIC SERVICE SURVEILLANCE SYSTEM
TERHADAP PELAYANAN LALU LINTAS PENERBANGAN
DI AIRNAV INDONESIA CABANG MEDAN**

Abdullah Ahmad Badawi Dalimunthe¹, Lina Rosmayanti², Rahmawati Sukra³

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

e-mail: ¹badawidalimunthe14@gmail.com, ²lina.rosmayanti@ppicurug.ac.id,

³soocradoang@gmail.com

Abstract: *This study aims to determine the effect of the ATS Surveillance System on flight traffic services at Airnav Indonesia Medan Branch, with data processed at Indonesian Aviation Polytechnic Curug, Tangerang. Using a quantitative method, this study involved all ATC personnel with APS ratings in the branch, with data collected through FMECA observation, questionnaires, and documentation study. The analysis results show that variable X (ATS Surveillance System) is valid and reliable, with a Cronbach's Alpha value of 0.735 for variable Y (Aviation Traffic Services). Pearson correlation of 0.519 indicates a moderate positive relationship between the two variables, and simple linear regression shows a significant influence of ATS Surveillance System on Aviation Traffic Services, with a beta coefficient of 0.519 and a significance value of 0.000, explaining 26.9% of the variation ($R^2 = 0.269$). The Kolmogorov-Smirnov test showed normal residual distribution (significance 0.516), and the linearity test showed a significant linear relationship (significance 0.001). Based on the questionnaire, the service level of the ATS Surveillance System is in the "good" category with a score of 63%. Regular and scheduled maintenance is carried out. This is done to maintain the performance of the ATC Automation system and prevent the appearance of bugs in the ATS Surveillance System.*

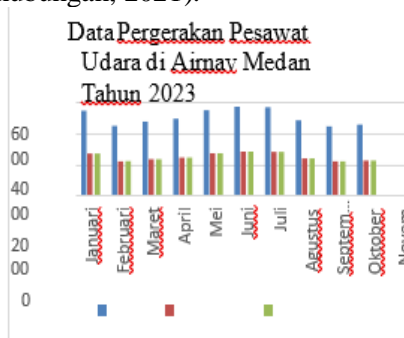
Keywords: *ATS Surveillance System, Air Traffic Services.*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh ATS Surveillance System terhadap pelayanan lalu lintas penerbangan di Airnav Indonesia Cabang Medan, dengan data yang diproses di Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang. Menggunakan metode kuantitatif, penelitian ini melibatkan seluruh personel ATC dengan rating APS di cabang tersebut, dengan data yang dikumpulkan melalui observasi FMECA, kuesioner, dan studi dokumentasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa variabel X (ATS Surveillance System) valid dan reliabel, dengan nilai Cronbach's Alpha 0.735 untuk variabel Y (Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan). Korelasi Pearson sebesar 0.519 menunjukkan hubungan positif sedang antara kedua variabel, dan regresi linear sederhana menunjukkan pengaruh signifikan ATS Surveillance System terhadap Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan, dengan koefisien beta 0.519 dan nilai signifikansi 0.000, menjelaskan 26.9% variasi ($R^2 = 0.269$). Uji Kolmogorov-Smirnov menunjukkan distribusi residual normal (signifikansi 0.516), dan uji linearitas menunjukkan hubungan linear signifikan (signifikansi 0.001). Berdasarkan kuesioner, tingkat pelayanan ATS Surveillance System berada pada kategori "baik" dengan skor 63%. Dilakukannya pemeliharaan/maintenance secara rutin dan terjadwal. Hal ini dilakukan untuk menjaga performa ATC Automation system dan mencegah munculnya bug pada ATS Surveillance System.

Kata kunci: *ATS Surveillance System, Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan.*

PENDAHULUAN

Bandar udara Internasional Kualanamu adalah Bandar udara yang berada di wilayah Sumatera Utara dengan jumlah pergerakan pesawat cukup banyak setiap harinya. Bandara yang memberikan semua pelayanan lalu lintas udara berupa Aerodrome Control Tower (TWR), Approach Control Unit (APP) dan Medan TMA(AIM Indonesia, 2022) ini memiliki jumlah pergerakan pesawat kurang lebih 140-170 pergerakan setiap harinya. Pergerakan tersebut mencakup traffic departure (keberangkatan), Arrival (kedatangan) dan overflying flight. Dengan jumlah pergerakan pesawat yang cukup banyak setiap harinya, maka pelayanan lalu lintas udara harus optimal. Namun pemberian pelayanan secara optimal tersebut tidaklah mudah mengingat pelayanan yang di berikan harus safety dan efisien demi menjaga keselamatan penerbangan(Kementerian Perhubungan, 2021).



Gambar 1. Data pergerakan pesawat udara di airnav medan tahun 2023

Dalam hal memberikan pelayanan lalu lintas penerbangan Air Traffic Controller (ATC) memegang peranan penting. Untuk mencapai safety dan efisien terdapat ATS Surveillance System yang digunakan untuk mendeteksi pesawat, menghitung posisinya, memperoleh data lain (seperti identifikasi, level, dll.), dan kemudian menyajikannya kepada pengontrol pada tampilan radar display, kemudian dibantu dengan suatu metode yang dinamakan ATC Automation system(Nurhayati & Susanti, 2014). Fasilitas yang disebut

ATC Automation system merupakan alat yang penting dalam memandu lalu lintas udara serta menjaga jarak antara pesawat. Perangkat ini bertugas dalam pengolahan data radar, rencana penerbangan, meramalkan posisi pesawat, menyediakan peringatan, informasi cuaca, merekam kegiatan ATC, dan melakukan koordinasi antara unit-unit Layanan Lalu Lintas Penerbangan (ATS) (Direktorat Jendral Perhubungan Udara, 2015). ATC Automation system bertujuan untuk meningkatkan keselamatan penerbangan, memberikan pelayanan yang maksimal dengan memberikan informasi penerbangan menggunakan peralatan pemantauan penerbangan dari unit ATS lain(Bestugin et al., 2020a). Untuk Perum LPPNPI Cabang Medan sendiri menggunakan alat ATC Automation system INDRA Aircon 2100. Berdasarkan Prosedur Operasi Standar Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan Approach Control Service (APP) Cabang Medan sistem ATS Indra Aircon 2100 bertujuan untuk menyediakan situasi lalu lintas udara, keakurasian secara terus menerus kepada ATC serta lebih spesifik pada Processing and display of radar and other situation data(AirNav Indonesia, 2021). Hasil temuan beberapa fitur yang diberikan oleh INDRA Aircon 2100 salah satu diantaranya adalah system parameter, menurut Robi ATC Spesialis Cabang Medan system Parameter adalah fitur yang dapat membantu dalam mengatur filtering speed, altitude pada pesawat yang berada di radar monitor, salah satunya filtering pada saat pesawat akan melakukan take off dan landing.

Permasalahan yang ditemukan oleh peneliti saat melaksanakan on the job training selama 3 bulan di Perum LPPNPI Cabang Medan adalah filter untuk target pesawat yang telah mendarat tidak berfungsi dengan baik. Akibatnya, pesawat yang sudah mendarat masih terlihat pada radar display dan menumpuk hingga transponder pesawat dimatikan(INDRA, 2010b). Karena filter ini tidak berfungsi, FPL (Flight Plan) departure sering otomatis terhubung oleh

pesawat yang sedang menuju apron. Ketika pesawat sudah di tempat parkir dan pilot mematikan transponder, FPL akan terhubung.

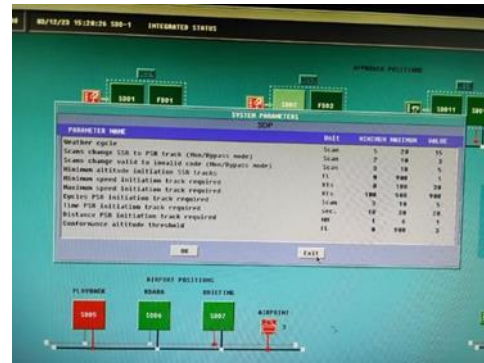
Selain itu, target pesawat yang sudah mendarat akan memicu STCA (Short Term Conflict Alert) ketika pesawat yang akan berangkat sudah airborne dan muncul di radar display. Hal ini menjadi perhatian bagi controller karena muncul suara dan peringatan STCA, padahal sebenarnya kedua target tersebut tidak menimbulkan traffic conflict.

Pendapat diatas didukung dari hasil penelitian Li Rui tahun 2017 menemukan bahwa ketidaksesuaian antara target pesawat dan rencana penerbangan (Flight Plans) serta kesalahan dalam kode SSR (Secondary Surveillance Radar) yang dapat disebabkan oleh refleksi pegunungan, kerusakan radar, atau target palsu. Ini menyebabkan target tidak dapat dikorelasikan dengan benar satu sama lain, menghasilkan data yang tidak akurat dan kesalahan dalam pengendalian lalu lintas penerbangan. Maka hal ini menjadi penting karena terjadi pada pesawat LNI 305 yang flight dari Jakarta menuju Banda Aceh dan melakukan transit di Medan. Sering kali terjadi target yang telah landing ikut bergabung dengan target pesawat departure sehingga identifikasi pesawat departure tidak sesuai dengan aktual dan secara terus menerus akan men-trigger STCA sampai dengan target tersebut hilang.

Berdasarkan Control and Monitoring Display User Manual (CMD-UM) Project Air Traffic Management (ATM) System for the New Medan International Airport, Republic of Indonesia (INDRA, 2010) tepatnya pada bagian SDP System Parameters Window sudah di setting seperti gambar dibawah ini



Gambar 2. “SDP system parameters” window.



Gambar 3. System parameter pada CMD monitor

Dari gambar 3 menjelaskan bahwa settingan filter untuk altitude dan speed sudah dilakukan, berdasarkan hal tersebut seharusnya track pesawat hilang apabila altitude dan speed sudah dibawah parameter yang ditentukan yaitu minimum altitude 100 dan speed dibawah 30 knot, tetapi pada kenyataannya di lapangan masih banyak filter dari label pesawat yang sudah landing atau berada di apron masih muncul di radar display sehingga dapat mentrigger pesawat yang akan departure.



Gambar 4. Warning STCA pesawat CTV 904 dengan pesawat di ground

Pada tanggal 29 November 2023, jam 08:03, pesawat CTV 904 lepas landas dari Bandar Udara Internasional Kualanamu Medan menuju Banda Aceh. Pada saat itu, terdapat pesawat lain yang telah mendarat dengan altitude dan kecepatan nol namun masih terdeteksi di sistem radar display. Karena pesawat yang telah mendarat tersebut tidak disaring dengan baik, sistem STCA mengidentifikasi adanya potensi konflik

dengan pesawat CTV 904, meskipun sebenarnya keduanya tidak berada dalam kondisi konflik. Akibatnya, terdengar suara peringatan dan terjadi dimming dari peringatan STCA. Kondisi ini dapat mengganggu pelayanan yang diberikan oleh ATC kepada para pilot.

METODE

Melakukan penelitian untuk mendapatkan informasi dan data mengenai disfungsi filter pada ATS Surveillance system bagi pemandu lalu lintas udara di Airnav Indonesia Cabang Medan. Penelitian ini akan menggunakan Metode FMECA untuk menemukan komponen yang berpotensi menyebabkan kegagalan, menilai dampak terhadap kinerja Sistem Pengawasan ATS, dan merumuskan tindakan preventif untuk mencegah kegagalan tersebut.

Mengumpulkan informasi dan data mengenai layanan lalu lintas udara di Airnav Indonesia Cabang Medan dengan menggunakan kuesioner yang mengeksplorasi variabel penelitian tentang layanan pemandu lalu lintas udara dalam skala Likert. Tujuan dari penyelidikan ini adalah untuk mengevaluasi pelayanan lalu lintas udara yang disediakan dan mendapatkan data kuantitatif yang dapat digunakan untuk analisis statistik berkaitan dengan penelitian ini.

Populasi dan Sampel Penelitian

Menurut Sugiyono (2019), Populasi merujuk pada sekumpulan umum objek atau subjek yang mempunyai karakteristik kuantitatif tertentu, yang dipilih oleh peneliti untuk dipelajari sebelum membuat penilaian. Populasi yang menjadi fokus kajian ini merupakan seluruh personel Air Traffic Controller yang memiliki rating approach control surveillance di Airnav Indonesia Cabang Medan. Dalam konteks penelitian ini, populasi tersebut mencakup 60 orang Petugas Air Traffic Controller yang memiliki rating approach control

surveillance di Airnav Indonesia Cabang Medan.

Menurut Sugiyono (2019), Dalam teknik sampling, total sampling, yang merupakan sampel dari populasi secara keseluruhan, merupakan bagian dari populasi.

Definisi Operasional

Untuk menyamakan persepsi supaya tidak menimbulkan kekeliruan bagi pembaca di luar komunitas penerbangan, maka beberapa kata atau frase yang digunakan di dalam karya tulis ini akan mempunyai arti/ makna sebagai berikut:

1. Pemandu Lalu lintas udara (ATC) adalah orang yang bertanggung jawab untuk mengawasi pergerakan pesawat yang terbang atau berada di area pergerakan bandara seperti apron, taxiway, dan runway (Setyadevi, 2023).
2. ATC System Automation adalah sebuah metode atau teknik yang memanfaatkan peralatan elektronik (komputer) untuk secara otomatis memproses data yang diperlukan dalam operasi pemanduan lalu lintas penerbangan. Data yang diproses oleh ATC System Automation dapat membantu ATC dalam memonitor dan memprediksi posisi serta pergerakan pesawat, serta merekam data jika diperlukan untuk investigasi. Sistem ini dapat mengurangi beban kerja ATC dan membantu dalam pengambilan keputusan. Namun, fungsi ATC automation hanya sebagai alat bantu dan tidak menggantikan peran utama ATC dalam pengambilan keputusan (Bestugin et al., 2020b).
3. Unit Pengendali Approach (APP) adalah Sebuah unit yang dirancang untuk menyajikan layanan lalu lintas penerbangan kepada penerbangan terkendali yang datang atau pergi dari satu atau lebih bandara (Kireina et al., 2022).

Metode Penelitian

Berdasarkan definisi yang disampaikan oleh (Priadana & Sunarsi, 2021) Penelitian ini menggunakan metode ilmiah dalam mengumpulkan data untuk tujuan dan manfaat tertentu. Penulis menggunakan metode kuantitatif, yang didasarkan pada filsafat positivisme. Peneliti memakai instrument penelitian untuk mengumpulkan data dan menganalisisnya secara kuantitatif atau statistik. Tujuan utamanya adalah menguji hipotesis. Dengan demikian, penulis berusaha menemukan hubungan antara dua variabel, yaitu variabel X dan variabel Y, termasuk mengidentifikasi kekuatan hubungan dan pengaruh di antara keduanya. Selain itu, penulis juga menyusun instrumen penelitian yang sesuai dengan tujuan dan kebutuhan penelitian.

1. Variabel independent Menurut Prof.Dr. Sugiyono (2019), variabel independen adalah variabel yang menyebabkan munculnya variabel dependen. Variabel ini sering dikenal sebagai variable stimulus, prediktor, atau antecedent. Dalam kajian ini, variabel X atau variabel independen merupakan Pengaruh ATS Surveillance System di Airnav Indonesia Cabang Medan.
2. Variabel terikat (dependen) Karena adanya Variabel yang terpengaruh atau merupakan hasil dari suatu faktor. Disebut sebagai variabel output, kriteria, atau konsekuensi.

(Prof.Dr. Sugiyono, 2019). Dalam penelitian ini variabel Y atau terikat adalah Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan di Airnav Indonesia.

Sumber Pustaka/Rujukan

ATS Surveillance System

Menurut Document 4444 Air Traffic Management edition chapter 8 (2016) (ICAO, 1984): menjelaskan bahwa sistem pengawasan ATS (Air Traffic Services) yang diterapkan dalam penyediaan layanan lalu lintas penerbangan harus memiliki tingkat keandalan, ketersediaan, dan integritas

yang sangat tinggi. Hal ini penting karena potensi kegagalan sistem atau degradasi yang signifikan dapat berakibat gangguan pada layanan yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, fasilitas cadangan harus disediakan untuk memastikan kontinuitas layanan dan meminimalkan risiko gangguan yang mungkin terjadi. ATS Surveillance system terdiri dari beberapa alat yang terhubung, diantaranya alat sensor, tautan di transmisi pada data, sistem pemrosesan data, dan tampilan keadaan.

Penjelasan tersebut menegaskan bahwa sistem pengawasan ATS perlu mempunyai kemampuan untuk mengumpulkan, mengolah, dan menunjukkan data secara terintegrasi dari semua sumber yang terkoneksi (Simamora & Zainuddin, 2021). Selain itu, sistem tersebut harus dapat terintegrasi dengan sistem otomatisasi lainnya yang digunakan dalam ATS, dengan maksud memperkuat akurasi dan keakuratan waktu data yang disajikan untuk pengendali, serta memeringankan tugas dan keperluan koordinasi verbal pada posisi pengawasan yang berdekatan di unit ATC. Perlunya sistem pengawasan ATS juga termasuk penyediaan tampilan peringatan dan peringatan terkait keselamatan, seperti peringatan konflik, peringatan ketinggian aman minimum, prediksi konflik, dan identifikasi pesawat yang terduplikasi tanpa sengaja.

Menurut Document 4444 Air Traffic Management edition 2016 chapter 8 menjelaskan bahwa label sasaran yang diperlihatkan harus menyediakan informasi relevan berupa alfanumerik yang berasal dari perangkat pengawasan dan sistem pemrosesan data penerbangan harus, minimal, termasuk dalamnya data terkait pesawat, seperti kode SSR atau identifikasi pesawat udara, informasi ketinggian yang dihitung berdasarkan tekanan. Data ini didapatkan dari SSR Mode A, SSR Mode C, SSR Mode S, serta/atau ADS-B. Label wajib terhubung pada posisi pesawat untuk mencegah kesalahan identifikasi atau kebingungan bagi pengontrol. Semua label informasi

harus dipresentasikan dengan jelas dan singkat. Informasi dari ATS Surveillance system, termasuk pemberitahuan dan alarm keselamatan seperti peringatan konflik serta alarm altitude minimum yang aman, bisa dimanfaatkan secara optimal dalam memberikan pelayanan lalu lintas penerbangan untuk mengoptimalkan kapasitas, efisiensi, dan keselamatan.

Pada Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) dirancang untuk mendukung pengawasan pesawat tanpa hambatan dan meningkatkan aplikasi di udara dan darat. Sistem terintegrasi ini bergantung pada sistem navigasi onboard untuk mendapatkan informasi status pesawat dan menggunakan tautan komunikasi data untuk menyiarkan informasi ini ke Air Traffic Control (ATC) di darat dan pesawat lain yang dilengkapi ADS-B (Pradana, 2023). Untuk menilai keamanan sistem, sangat penting untuk memahami mode kegagalan yang mungkin terjadi. Hal ini mencakup kegagalan dalam sistem komunikasi dan navigasi, faktor manusia dan lingkungan, serta komponen ADS-B tertentu (Yu et al., 2019).

ATC Automation system

Menurut Rui Li (2017) ATC Automation system merupakan system pada elektronik yang kompleks, menggabungkan perangkat komputer dan teknologi informasi. Sistem ini dipakai dalam mengamankan keteraturan lalu lintas penerbangan, memastikan separasi antar pesawat, dan mencegah tabrakan dalam penerbangan. Menurut Document 4444 Air Traffic Management edition 2016 chapter 8 yang berbunyi: Sistem radar dapat berintegrasi dengan bantuan sistem otomatis lain yang diterapkan dalam penyediaan ATS. Selain itu, sistem tersebut harus menyediakan tingkat otomatisasi yang dapat meningkatkan akurasi dan keakuratan waktu data yang diberikan kepada ATC, serta mengurangi beban kerja dan kebutuhan dalam kolaborasi verbal antara

controller yang berdekatan dalam unit-unit ATC.

Menurut Document Air Traffic Services Planning Manual (Doc 9426-AN/924) Otomatisasi dibenarkan jika peningkatan efisiensi lebih lanjut diperlukan ketika layanan yang lebih aman atau lebih efisien dapat diperoleh melalui pengenalan otomatisasi.

Menurut Dokumen Manual of Air Traffic Services Data Link Applications (Doc 9694 AN/95) Air traffic management (ATM)(ICAO, 1999) Sistem ATM di masa depan akan memanfaatkan otomatisasi secara maksimal untuk mengurangi atau menghilangkan kendala yang dikenakan pada operasi ATM oleh sistem saat ini, dan untuk mendapatkan manfaat yang dimungkinkan oleh implementasi sistem CNS yang baru. Otomatisasi ATM memungkinkan perancangan strategi manajemen secara real-time dan memfasilitasi negosiasi antara Air Traffic Service (ATS) dan pesawat guna meningkatkan manajemen taktis. Penggunaan alat bantu otomatisasi pada saluran data dan saluran suara akan ditingkatkan untuk mendukung pesawat yang tidak memiliki kemampuan otomatisasi dalam berinteraksi dengan sistem darat.

Penulis menyimpulkan Sistem otomasi ATC merupakan sebuah sistem elektronik canggih yang menggabungkan komputer dan teknologi informasi dengan tujuan menjaga keteraturan lalu lintas udara, menjamin jarak aman pesawat, dan mencegah tabrakan. Integrasi sistem radar dengan sistem otomatis lainnya menjadi krusial untuk meningkatkan akurasi data dan mengurangi beban kerja pengontrol. Otomatisasi dianggap sebagai solusi penting dalam meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam pengaturan lalu lintas udara. Sistem otomasi ATM masa depan diharapkan dapat mengatasi kendala-kendala yang ada dalam sistem saat ini, serta mendukung manajemen taktis secara real-time serta negosiasi antara ATS dan pesawat.

Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan

Menurut definisi dari Endang & Trilestari, (2004), pelayanan merupakan kegiatan atau kebaikan yang disediakan instansi atau individu untuk konsumen, bersifat tidak berwujud dan imaterial, dengan tujuan membuat penerima layanan merasa puas terhadap layanan yang diberikan. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 9 Tahun 2022 mengenai Tatanan Navigasi Penerbangan Nasional, menyatakan bahwa penyelenggaraan pelayanan lalu lintas penerbangan harus mempertimbangkan paling sedikit jenis pelayanan lalu lintas penerbangan.

1. kepadatan dalam arus lalu lintas penerbangan;
2. keadaan meteorologi;
3. Situasi sistem teknologi dan topografi; dan
4. Peralatan dan kemampuan navigasi penerbangan.

Pasal 39 dari Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 9 Tahun 2022 menyatakan bahwa untuk menyediakan layanan lalu lintas udara (Air Traffic Services) sesuai dengan Pasal 36 ayat (1), unit layanan lalu lintas udara (Air Traffic Services) harus dibentuk dan terdiri dari:

1. Unit Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan di Aerodrome mencakup; i. Aerodrome Control Tower (TWR); ii. Aerodrome Flight Information Services (AFIS); dan iii. Unit pelayanan tanpa pemanduan (un-attended)
2. Unit Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan Pendekatan (Approach Control Unit/APP); dan
3. Unit Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan Jelajah meliputi: i. Pusat Kontrol Area (Area Control Centre/ACC) untuk pelayanan lalu lintas penerbangan jelajah dengan pengawasan; dan ii. Pusat Informasi Penerbangan (Flight Information Centre/FIC) untuk pelayanan lalu lintas penerbangan jelajah dengan komunikasi

Pemandu Lalu Lintas Penerbangan Approach Control Surveillance (APS) bertanggung jawab untuk memberikan dan mengawasi layanan pengendalian pendekatan di satu atau lebih bandara, menggunakan sistem pengawasan ATS di wilayah udara yang dikelola oleh unit pengendali pendekatan, sesuai dengan rating yang dimilikinya. Tugas ini sesuai dengan tujuan pelayanan lalu lintas penerbangan yang diatur oleh Kementerian Perhubungan, (2015).

Tujuan pelayanan lalu lintas penerbangan telah teruang pada Annex 11 Chapter 2, point 2.2 Air Traffic Services (ICAO, 2018) yang menyatakan:

1. Mencegah tabrakan antar pesawat
2. Mencegah tabrakan antara pesawat di daerah pergerakan dengan halangan di area tersebut
3. Mempercepat dan menjaga arus lalu lintas yang teratur
4. Memberikan saran dan informasi yang berguna bagi keselamatan penerbangan
5. Memberitahukan instansi terkait mengenai pesawat yang membutuhkan pertolongan unit SAR (Search and Rescue) dan membantu instansi tersebut, apabila di perlukan.

Menurut Annex 11 dari International Civil Aviation Organization (Standards et al., 2001), macam layanan yang disediakan oleh petugas pengatur lalu lintas penerbangan terbagi menjadi tiga kategori:

Aerodrome Control Service: Menyediakan layanan Pengendalian Lalu Lintas Udara, Layanan Informasi dalam Penerbangan, dan Layanan Peringatan bagi pesawat yang beroperasi di atau dekat bandara, termasuk proses lepas landas, mendarat, dan operasi di area manuver, yang telah dilakukan dari Menara Pengawas (control tower) yang bertanggung jawab.

Approach Control Service: Memberi pelayanan Air Traffic Control Service, Flight Information Service, dan Alerting Service untuk pesawat yang berada di ruang udara sekitar bandar udara,

khususnya yang sedang melakukan pendekatan atau baru lepas landas, terutama untuk penerbangan berdasarkan aturan penerbangan instrumen (IFR). Layanan ini disediakan oleh Pusat Kontrol Area (Area Control Centre/ACC). Area Control Service: Memberikan layanan Air Traffic Control Service, Flight Information Service, dan Alerting Service untuk pesawat yang sedang dalam penerbangan jelajah (en-route flight), terfokus yang beroperasi sebagai penerbangan terkontrol (controlled flight). Layanan ini disediakan oleh Pusat Kontrol Area (Area Control Centre/ACC). Approach Surveillance adalah bagian penting dari layanan kontrol lalu lintas udara yang berfokus pada pemantauan dan pengarahan pesawat saat mereka mendekati area bandara untuk pendaratan (Ostroumov & Kuzmenko, 2022).

Data Informasi yang disediakan oleh sistem pengawasan ATS dan ditampilkan pada layar display bisa dipakai dalam fungsi penyediaan layanan kontrol lalu lintas penerbangan:

1. Memberikan servis pengawasan ATS yang sangat dibutuhkan untuk mengoptimalkan efisiensi penggunaan ruang udara, mengurangi dalam keterlambatan, menetapkan rute penerbangan yang optimal, dan meningkatkan keselamatan penerbangan.
2. Memberikan instruksi kepada pesawat yang akan lepas landas untuk memudahkan kelancaran keberangkatan dengan cepat dan efisien, serta mempercepat pencapaian ketinggian pesawat untuk penerbangan jelajah..
3. Memberi instruksi kepada pesawat untuk mengatasi potensi konflik.
4. Memberikan panduan kepada pesawat yang sedang melakukan pendekatan untuk menetapkan urutan pendekatan secara cepat dan efisien.
5. Memberi bantuan navigasi kepada pilot, seperti panduan menuju atau menjauhi alat bantu navigasi radio,

atau menghindari area dengan cuaca buruk.

6. Menyediakan pemisahan dan melindungi aliran lalu lintas normal jika sebuah pesawat kehilangan komunikasi di dalam batasan area.
7. Memantau rute penerbangan lalu lintas udara.
8. Jika memungkinkan, melakukan pemantauan terhadap perkembangan lalu lintas udara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada variabel X (ATS Surveillance System) menggunakan FMECA dan variabel Y (Pelayanan lalu lintas penerbangan) disebutkan valid, dengan nilai r hitung yang jauh lebih besar dari pada r tabel, menunjukkan bahwa item-item ini memiliki korelasi signifikan dengan variabel yang diukur. Uji reliabilitas menunjukkan bahwa kuesioner memiliki tingkat keandalan yang baik, dengan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0.735 untuk variabel Y, yang berarti item-item dalam kuesioner konsisten dalam mengukur konsep yang sama. Variabel "Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan" memiliki rata-rata 25.13 dengan simpangan baku 5.074, menunjukkan nilai yang konsisten di sekitar rata-rata, sementara variabel "ATS Surveillance System" memiliki rata-rata 2090.57 dengan simpangan baku yang sangat besar (4784.560), menunjukkan variasi yang sangat besar.

Korelasi Pearson sebesar 0.519 menunjukkan adanya hubungan positif sedang antara "ATS Surveillance System" dan "Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan" yang signifikan secara statistik. Hasil regresi linear sederhana menunjukkan bahwa "ATS Surveillance System" memiliki pengaruh signifikan terhadap "Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan", dengan koefisien beta sebesar 0.519 dan nilai signifikansi 0.000. Model regresi ini dapat menjelaskan sekitar 26.9% variasi dalam "Pelayanan Lalu

Lintas Penerbangan" ($R^2 = 0.269$), menunjukkan adanya faktor lain di luar "ATS Surveillance System" yang juga mempengaruhi variabel tersebut. Uji Kolmogorov-Smirnov menunjukkan bahwa distribusi residual mengikuti distribusi normal, dengan nilai signifikansi 0.516 lebih besar dari 0.05. Uji linearitas menunjukkan adanya hubungan linear yang signifikan antara "ATS Surveillance System" dan "Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan", dengan nilai signifikan untuk linearity sebesar 0.001. Berdasarkan penilaian kuesioner, tingkat pelayanan ATS Surveillance System berada pada kategori "baik" dengan skor 63%.

Hasil perhitungan dengan metode FMECA Pengumpulan Data

Nama Alat/Proses	Mode Kegagalan
Radar Data	Posisi lintasan Radar MSSR tidak akurat. Kesalahan Alokasi kode SSR Anomali data altitude, speed dan position tidak presisi ketika mode Integrated ADS-B dengan MSSR
System Parameters	Label filter altitude dibawah 100 feet dan ground speed 30 knots tidak hilang ketika landing.
Basic Data	Terjadi penumpukan track yang telah Landing pada SDD Terjadi perubahan status FPL dari notif menjadi active yang tidak sesuai dengan parameter Terjadi fake STCA (Short Term Conflict Alert) antara pesawat departure dan arrival.

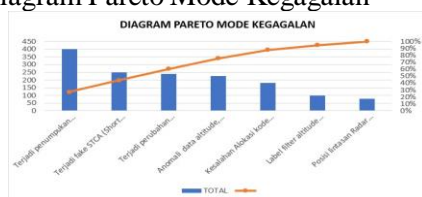
Gambar 5. Mode Kegagalan

Hasil Perhitungan RPN

No. Identitas	Mode Kegagalan	RPN
3.1	Terjadi penumpukan track yang telah Landing pada SDD (radar display)	400
3.3	Terjadi fake STCA (Short Term Conflict Alert) antara pesawat departure dan arrival.	250
3.2	Terjadi perubahan status FPL dari notif menjadi active yang tidak sesuai dengan parameter	240
1.3	Anomali data altitude, speed dan position tidak presisi ketika mode Integrated ADS-B dengan MSSR	225
1.2	Kesalahan Alokasi kode SSR	180
2.1	Label filter altitude dibawah 100 feet dan ground speed 30 knots tidak hilang ketika landing.	100
1.1	Posisi lintasan Radar MSSR tidak akurat.	80

Gambar 6. Hasil Perhitungan RPN

Diagram Pareto Mode Kegagalan



Gambar 7. Diagram Pareto

Diagram Fishbone Mode Kegagalan



Gambar 8. Diagram Fishbone

Pemecahan masalah

Mengadakan pelatihan ulang atau refereshing course APP Procedural untuk mengingat kembali seperti apa memberikan pelayanan lalu lintas penerbangan dengan menggunakan separasi APP Procedural, sehingga jika suatu saat terjadi radar failure atau malfungsi pada ATS Surveillance System tidak akan ada kesulitan dalam melakukan pelayanan lalu lintas penerbangan menggunakan separasi procedural, yang mana hal ini dapat mengurangi ketergantungan ATC terhadap ATS Surveillance System sehingga pelayanan lalu lintas penerbangan dapat terjaga. Hal ini sesuai dengan Manual Airmav Indonesia mengenai Pelatihan Personel Navigasi Penerbangan Bab IV Point yang berbunyi:

Pelatihan lanjutan adalah pelatihan untuk personel pemandu lalu lintas penerbangan yang bertujuan untuk memperbarui pengetahuan dan ketrampilan dasar personel. Pelatihan ini ditujukan terutama kepada karyawan yang telah bekerja sebagai pemandu lalu lintas penerbangan setidaknya setiap lima tahun. Dilakukannya pemeliharaan/maintenance secara rutin dan terjadwal. Hal ini dilakukan untuk menjaga performa ATC Automation system dan mencegah munculnya bug

pada ATS Surveillance System. Bug sendiri merupakan kesalahan pada komputer/system yang disebabkan oleh perangkat lunak maupun perangkat keras sehingga komputer tidak maksimal.

SIMPULAN

Seluruh item variabel Y (Pelayanan lalu lintas penerbangan) dinyatakan valid, dengan nilai r hitung yang jauh lebih tinggi daripada r tabel, menunjukkan bahwa hal tersebut memiliki korelasi signifikan dengan variabel yang diukur. Uji reliabilitas menunjukkan bahwa kuesioner memiliki tingkat keandalan yang baik, dengan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0.735 untuk variabel Y, yang berarti item-item dalam kuesioner konsisten dalam mengukur konsep yang sama. Variabel "Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan" memiliki rata-rata 25.13 dengan simpangan baku 5.074, menunjukkan nilai yang konsisten di sekitar rata-rata, sementara variabel "ATS Surveillance System" memiliki rata-rata 2090.57 dengan simpangan baku yang sangat besar (4784.560), menunjukkan variasi yang sangat besar. Korelasi Pearson sebesar 0.519 menunjukkan adanya hubungan positif sedang antara "ATS Surveillance System" dan "Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan" yang signifikan secara statistik. Hasil regresi linear sederhana menunjukkan bahwa "ATS Surveillance System" memiliki pengaruh signifikan terhadap "Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan", dengan koefisien beta sebesar 0.519 dan nilai signifikansi 0.000. Model regresi ini dapat menjelaskan sekitar 26.9% variasi dalam "Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan" ($R^2 = 0.269$), menunjukkan adanya faktor lain di luar "ATS Surveillance System" yang juga mempengaruhi variabel tersebut. Uji Kolmogorov-Smirnov menunjukkan bahwa distribusi residual mengikuti distribusi normal, dengan nilai signifikansi 0.516 lebih besar dari

0.05. Uji linearitas menunjukkan adanya hubungan linear yang signifikan antara "ATS Surveillance System" dan "Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan", dengan nilai signifikan untuk linearity sebesar 0.001. Berdasarkan penilaian kuesioner, tingkat pelayanan ATS Surveillance System berada pada kategori "baik" dengan skor 63%.

DAFTAR PUSTAKA

- AIM Indonesia. (2022). WIMM Aeronautical Information Publication (Vol II).
- AirNav Indonesia. (2021). Prosedur Operasi Standar Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan Approach Control Surveillance (APP).
- Arya, D., Rochmawati, L., & Sonhaji, I. (2020). Koefisien korelasi (r) dan koefisien determinasi (r^2). *Jurnal Penelitian*, 5(4), 289–296.
- Bestugin, A. R., Eshenko, A. A., Filin, A. D., Plyasovskikh, A. P., Shatrakov, A. Y., & Shatrakov, Y. G. (2020a). *Air Traffic Control Automated Systems*. Springer.
- Bestugin, A. R., Eshenko, A. A., Filin, A. D., Plyasovskikh, A. P., Shatrakov, A. Y., & Shatrakov, Y. G. (2020b). *Air Traffic Control Automated Systems*. Springer.
- Darma, B. (2021). *Statistika Penelitian Menggunakan SPSS (Uji Validitas, Uji Reliabilitas, Regresi Linier Sederhana, Regresi Linier Berganda, Uji t, Uji F, R2)*. Guepedia.
- Direktorat Jendral Perhubungan Udara. (2015). KP 103 Tahun 2015 Standar Teknis dan Operasi (Manual Of Standard CASR 171 - 02) Spesifikasi Teknik Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan. 175, 26.
- Endang, W., & Trilestari, M. S. (2004). *Keikutsertaan Masyarakat dalam Membangun Kualitas Pelayanan Publik*. Ernawati, I. (2017). *Uji kelayakan media pembelajaran*

- Gaspersz, V. (1992). Analisis sistem terapan berdasarkan pendekatan teknik industri. Tarsito.
- Gumantan, A., & Mahfud, I. (2020). Pengembangan Alat Tes Pengukuran Kelincahan Menggunakan Sensor Infrared. *Jendela Olahraga*, 5(2), 52–61.
- ICAO. (1984). *Air Traffic Services Planning Manual*. Dot 9426-AN/924 .
- ICAO. (1999). *Manual Of Air Traffic Services Data Link Applications*.
- ICAO. (2018). *Annex 11 – Fifteenth Edition, Air Traffic Services*. Penerbangan.
- Ilyas, A., Arina, F., & Ferdinant, P. F. (n.d.). Pengukuran Efektivitas Mesin Electric Arc Furnace 9 dengan Metode OEE dan Perbaikan Menggunakan Metode FMECA di PT. XYZ.
- INDRA. (2010a). *Control and Monitoring Display User Manual (CMD-UM)*.
- INDRA. (2010b). *Situation Data Display User Manual (SDD-UM)*.
- Irawan, A., & Putra, B. I. (2021). Identifikasi Waste Kritis Pada Proses Produksi Pallet Plastik Menggunakan Metode WAM (Waste Assessment Model) Di PT. XYZ. *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, 3(1), 20–29.
- Jaya, I. M. L. M. (2020). *Metode penelitian kuantitatif dan kualitatif: Teori, penerapan, dan riset nyata*. Anak Hebat Indonesia.
- Kementerian Perhubungan. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 14 Tahun 2019 Tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 69 Tentang Lisensi, Rating, Pelatihan, dan Kecakapan Personel*. 139, 1–82.
- Kementerian Perhubungan. (2021). *PM Perhubungan Republik Indonesia Nomor Pm 29 Tahun 2021 Tentang Peraturan Keselamatanpenerbangan Sipil Bagian 172 Tentang Penyelenggara Pelayanan ManajemenLalu Lintasdan Telekomunikasi Penerbangan. Keselamatan Penerbangan - STPI*. J. (2021).
- Metode Penelitian Ilmiah.
- Kireina, Y., Sadiatmi, R., Faizal, M., & Hendra, O. (2022). Analisis Beban Kerja Terhadap Kinerja di Approach Control Unit Makassar Air Traffic Service Centre. *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviasi*, 15(01), 29–37.
- Kusumastuti, A., Khoiron, A. M., & Achmadi, T. A. (2020). *Metode penelitian kuantitatif*. Deepublish.
- Li, R., Zhou, Z., Cheng, Y., & Wang, J. (2017). Failure Effects Evaluation for ATC Automation System. *Applied Computational Intelligence and Soft Computing*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/8304236>
- Makbul, M. (2021). *Metode pengumpulan data dan instrumen penelitian*.
- Nurhayati, Y., & Susanti, S. (2014). Implementasi Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) di Indonesia. *Warta Ardhia*, 40(3), 147–162.
- Ostroumov, I., & Kuzmenko, N. (2022). Statistical analysis and flight route extraction from automatic dependent surveillance-broadcast data. 2022 Integrated Communication, Navigation and Surveillance Conference (ICNS), i– ix.
- Pradana, A. B. (2023). *Sistem Pengawasan Lalu Lintas Penerbangan Sipil*. PT. RajaGrafindo Persada-Rajawali Pers.
- Priadana, M. S., & Sunarsi, D. (2021). *Metode penelitian kuantitatif*. Pascal Books.
- Prof. Dr. Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. In *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*.
- Quraisy, A. (2020). *Normalitas Data Menggunakan Uji Kolmogorov-*

- Smirnov dan Saphiro-Wilk: Studi kasus penghasilan orang tua mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Unismuh Makassar. *J-HEST Journal of Health Education Economics Science and Technology*, 3(1), 7–11.
- Rahman, A., & Fahma, F. (2021). Penggunaan metode FMECA (failure modes effects criticality analysis) dalam identifikasi titik kritis di industri kemasan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 31(1), 110–119.
- Robecca, J., & Pasaribu, M. V. D. (2019). Metode failure mode and effect analysis untuk mengurangi cacat produk. *INAQUE J. Ind. Qual. Eng.*, 7(2), 117–125.
- Sa'diyah, I., & Prabaningrum, B. I. (2023). Penulisan Bahasa pada Petunjuk Arah dan Lokasi di Bandara Internasional Kualanamu. *Narasi: Jurnal Kajian Bahasa, Sastra Indonesia, Dan Pengajarannya*, 1(1), 67–80.
- Savino, M. M., Brun, A., & Xiang, C. (2017). A fuzzy-based multi-stage quality control under the ISO 9001:2015 requirements. In *European J. Industrial Engineering* (Vol. 11, Issue 1).
- Setyadevi, A. P. (2023). Analisis Faktor Penyebab Stres Kerja Pada Pemandu Lalu Lintas Udara Di Airnav Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo Solo. *Jurnal Kajian Dan Penelitian Umum*, 1(4), 37–48.
- Simamora, L., & Zainuddin, Z. (2021). Efektivitas Pengawasan Pelayanan Navigasi Penerbangan di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar. *Journal of Lex Generalis (JLG)*, 2(9), 2574–2589.
- Siregar, S. (2017). Statistik parametrik untuk penelitian.
- Sydorenko, V. (2020). Experimental FMECA- based Assessing of the Critical Information Infrastructure Importance in Aviation.
- Tersiana, A. (2018). Metode penelitian. *Anak Hebat Indonesia*.
- Yolanda, F., Egiyanto, F., Armita, F., Wahyuni, L. A., Cahyani, R., Rahayu, S., & Saputri,
- T. (2024). Studi Literatur: Korelasi Bivariat Menggunakan Uji Korelasi Koefisien Kontingensi. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(2).
- Yssaad, B., Khiat, M., & Chaker, A. (2012). Maintenance optimization for equipment of power distribution system based on FMECA method. *Journal Acta Electrotehnica*, 53, 218–223.
- Yu, S., Chen, L., Li, S., & Zhang, X. (2019). Adaptive multi-beamforming for space- based ADS-B. *The Journal of Navigation*, 72(2), 359–374.