

Rancangan Restrukturisasi VFR Route : Sebuah Studi Kasus Dari Majalengka CTR Perum LPPNPI Unit Kertajati

Design of VFR Route Restructurization: A Case Study from Airnav Unit of Kertajati's CTR

Noa Retno Arfiansah ¹⁾, Nunuk Praptiningsih ^{2)*}, Oke Hendra ³⁾ dan Susanti⁴⁾

¹²³⁾Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Jl. Raya PLP Curug, Legok, Kab. Tangerang 15820

⁴⁾ Pusat Litbang Perhubungan Udara, Jl. Merdeka Timur No.5 Jakarta Pusat 10110

nunuk.praptiningsih@ppicurug.ac.id ^{2)*}

INFO ARTIKEL

Histori Artikel:

Diterima: 09 Juni 2021

Direvisi: 22 September 2021

Disetujui: 16 November 2021

Dipublikasi online: Desember 2021

Keywords:

VFR route, Air Traffic Controller, restructur

Kata kunci:

VFR route, Air Traffic Controller, restructurisasi

Permalink/DOI:

<http://dx.doi.org/10.25104/wa.v47i2.419.105-115>

©2021 Puslitbang Transportasi Udara, Badanlitbang Perhubungan-Kementerian Perhubungan RI. This is an open access article under the CC BY-NC-SA license
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

ABSTRACT / ABSTRAK

The purpose of this study was to determine the problem experienced by Air Traffic Controller (ATC) personnel at Perum LPPNPI Kertajati Unit in providing traffic services in Majalengka CTR, and contribute to the restructuring design (here in after referred to as renewal) VFR route as a solution to these problems. The research method used is level one research and development with a qualitative approach and descriptive exposure. Data collection techniques have been used in this research are in the form of field observations. Based on the data collected, it is known that the VFR route which is not located separately from the IFR aircraft route is a factor that hinders the smooth flow of flight traffic in Majalengka CTR. In this way, the authors drafted a VFR route renewal in Majalengka CTR Perum LPPNPI Kertajati Unit. The design of the VFR route has been done by using a simplified / standard method with proof of the problem following the procedure.

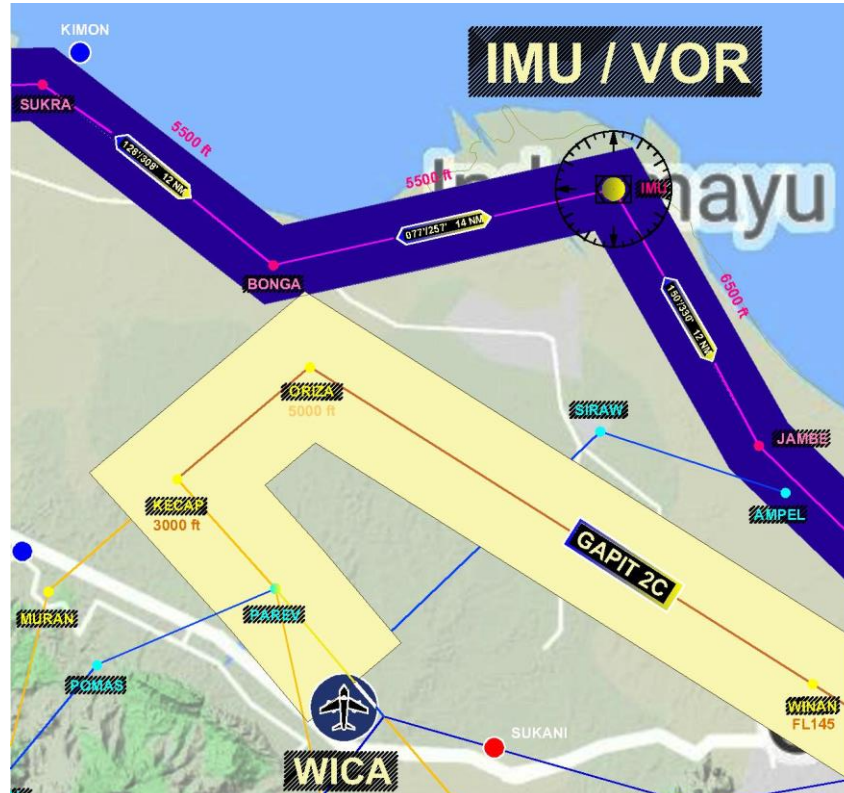
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kendala yang dialami oleh personel *Air Traffic Controller* (ATC) di Perum LPPNPI Unit Kertajati dalam pemberian pelayanan lalu lintas penerbangan di Majalengka CTR, dan berkontribusi membuat rancangan restrukturisasi (selanjutnya disebutkan sebagai pembaharuan) VFR route sebagai solusi dari permasalahan tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan level satu dengan pendekatan secara kualitatif dan pemaparan secara deskriptif. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa observasi lapangan. Berdasarkan data yang dikumpulkan, diketahui bahwa VFR route yang letaknya tidak *separate* dengan rute pesawat IFR menjadi faktor yang menghambat kelancaran arus lalu lintas penerbangan di Majalengka CTR. Dengan begitu, penelitian ini membuat rancangan pembaharuan VFR route di Majalengka CTR Perum LPPNPI Unit Kertajati. Perancangan VFR route dilakukan dengan menggunakan *simplified/standard method* dengan pembuktian masalah yang mengikuti prosedur.

PENDAHULUAN

Majalengka Control Zone (CTR) memiliki klasifikasi ruang udara kelas C. Hal ini dapat dimaknai bahwa semua penerbangan baik IFR (Instrument Flight Rules) ataupun VFR (Visual Flight Rules) mendapatkan pelayanan Air Traffic Services (ATS) sesuai dengan rute yang dilaluinya masing - masing (Kusumaningsih, Dewanti, & Muthohar, 2020) dan jika merujuk peraturan Menteri Perhubungan No. PM 55 tahun 2016 pasal 22 maka penerbangan antara IFR dan VFR harus diberikan separasi sesuai dengan standar yang berlaku. Pembentukan serta pengembangan suatu rute ATS bagi pesawat yang terbang secara visual harus dirancang sesuai dengan rute pesawat IFR yang beroperasi di ruang udara tersebut (ICAO, 1984). ATS route yang dimaksud adalah SID (Standard Instrument Departure) dan STAR (Standard Instrument Arrival). Keduanya berbasis PBN dengan spesifikasi RNP satu (1) yang dirancang untuk mengakomodasi

penerbangan sampai dengan 20 penerbangan berjadwal setiap harinya. Pada sisi lain, VFR route setiap hari dapat dilewati oleh 20 sampai dengan 30 pesawat yang overflying dari arah Timur menuju ke Barat maupun sebaliknya.

Personel Air Traffic Controller (ATC) yang memberikan pelayanan penerbangan VFR dan IFR harus mampu menjaga separasi dan urutan pesawat agar keselamatan penerbangan terjaga namun tanpa mengurangi efisiensi serta kelancaran arus lalu lintas udara (Liu & Zhang, 2019) dan (Purwanto, 2014). Berdasarkan klasifikasi ruang udara kelas C (Kusumaningsih, Dewanti, & Muthohar, 2020), jarak separasi vertikal untuk pesawat VFR dan IFR adalah 1000 ft dengan traffic info, sedangkan jarak antara IFR dan IFR adalah lateral 15 NM dan vertikal 1000 ft, dan jarak antara VFR dan VFR adalah berdasarkan traffic info.



Gambar 1. Ilustrasi poin BONGA, ORIZA, dan KECAP

Pada sisi lain, level constraint pada poin BONGA adalah 5500 ft sedangkan poin ORIZA setinggi 5000 ft. Hal ini dapat diartikan bahwa kedua poin tersebut hanya memiliki perbedaan ketinggian 500 ft. Sedangkan letak poin "BONGA" pada VFR route berdekatan dengan poin "KECAP" sebagai poin IAF (*Initial Approach Fix*) bagi pesawat arrival untuk melakukan instrument approach procedure (Gambar 1). Prosedur ini berlaku sejak SOP Perum LPPNPI Unit Kertajati disahkan dan ditandatangani di Bandung pada tanggal 01 September 2018 dan berlaku efektif sejak bulan November 2018. Kondisi tersebut juga menjadi faktor yang menghambat efisiensi dan kelancaran arus lalu lintas penerbangan di Majalengka CTR. Jarak Separasi ini membutuhkan keberadaan layar monitor ADS-B agar bisa membantu personel ATC untuk memantau pergerakan traffic yang berada di dalam Majalengka CTR.

Poin BONGA merupakan suatu kendala bagi personel ATC Ketika akan memberikan separasi baik kepada pesawat *arrival* maupun yang *overflying* ketika memasuki Majalengka CTR pada waktu bersamaan. Perlu diketahui bahwa berdasarkan Standard Operation Procedure (SOP) Unit Kertajati bahwa Kertajati tower merupakan Unit *Aerodrome Control Service* (APP) yang memberikan *combine services* (*Approach Procedural Control Service*) dengan *lower limit GND/Water* dan *Upper Limit 10.000 ft*. Ketiadaan layar monitor ADS-B pada Kertajati Tower juga menimbulkan rasa ketidakpastian bagi personel ATC ketika melakukan pemantauan terhadap pergerakan pesawat *arrival* di poin KECAP. Penyelesaian konflik yang selama ini diterapkan adalah dengan memberikan instruksi *holding* kepada salah satu pesawat pada poin maupun ketinggian tertentu (U.S., 2018).

Salah satu contoh kasus yang terjadi yaitu pada tanggal 1 Juli 2019, pesawat *arrival* AWQ720 dari Ngurah Rai, Bali (WADD) yang mengalami hambatan saat akan melakukan *instrument approach procedure runway 14* sehingga harus melakukan *holding* karena pada waktu yang bersamaan terdapat 2 buah

pesawat *training cross country* PK RTC dan PK RTW dari Halim Perdana Kusuma (WIHH) menuju Cilacap (WAHL) dengan ketinggian 7500 ft yang melintasi VFR route.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Aghdam, Tabbakh, Chabok, & Kheyrabadi, 2021) menyatakan bahwa untuk meningkatkan efisiensi kelancaran lalu lintas penerbangan dapat dilakukan melalui pemodelan 'deep learning' menggunakan LSTM dan RNN. Penelitian lainnya menggunakan model matematika, pemrograman linier, perencanaan campuran, dan model statistika (Riahi, Newton, Polash, Su, & Sattar, 2019) untuk mengatasi permasalahan efisiensi lalu lintas penerbangan. Beberapa peneliti lainnya memberikan solusi terkait efisiensi lalu lintas penerbangan melalui kesadaran terhadap kondisi lingkungan dan iklim (Takeichi, Kaida, Shimomura, & Yamauchi, 2017), (Santos, Monteiro, Studic, & Majumdar, 2017), (Kwasiborska, 2017), dan (Hrastovec & Solina, 2016)

Berdasarkan uraian di atas, disimpulkan bahwa pelaksanaan pemberian pelayanan lalu lintas penerbangan pada Perum LPPNPI unit Kertajati saat ini masih terdapat suatu permasalahan pada efisiensi lalu lintas penerbangan. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki kondisi tersebut dengan merekonstruksi VFR route yang telah tersedia guna meningkatkan efisiensi dalam pemberian pelayanan lalu lintas udara.

TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan (ICAO, 2012) dinyatakan bahwa "ATS route is a specified route design for channeling the flow of air traffic as necessary for the provision of air traffic services", yang artinya rute ATS adalah desain rute yang dirancang sedemikian rupa untuk penyaluran arus lalu lintas udara yang digunakan untuk pelayanan lalu lintas penerbangan.

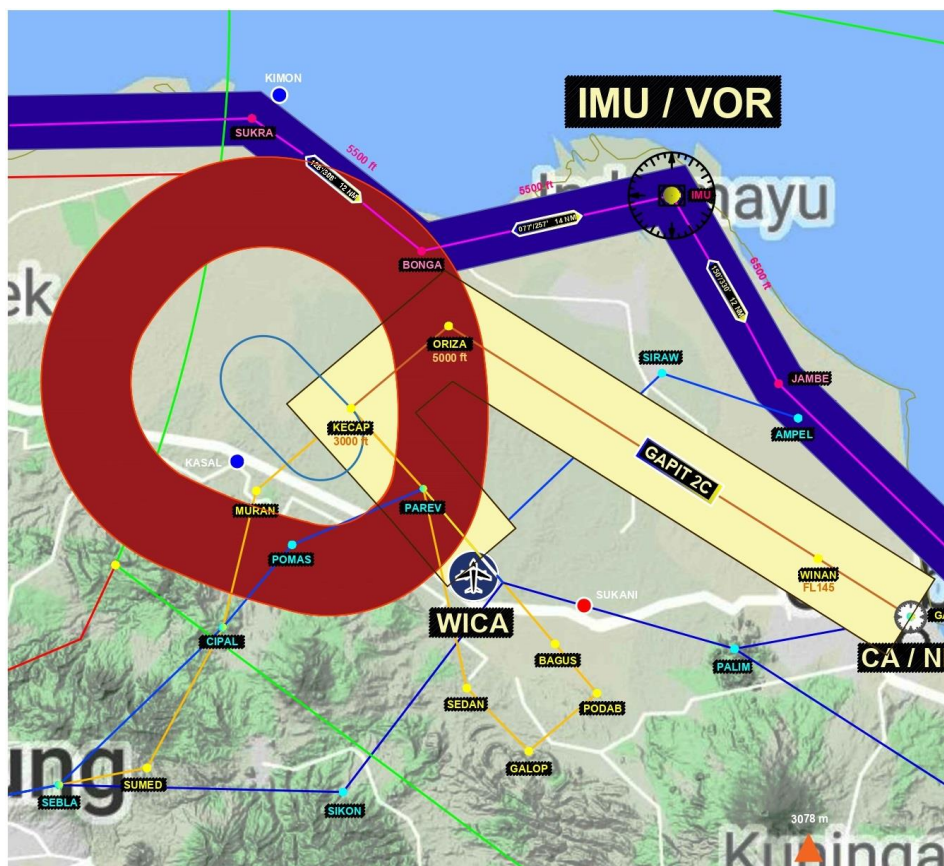
Visual Flight Rules (VFR) Route (Purwanto, RUTE PENERBANGAN DI ATAS ALUR LAUT KEPULAUAN; PERSPEKTIF INDONESIA, 2014) dan (Whitehurst, Brown, Rantz ,

Nicolai, & Bradley, 2019) adalah rute atau jalur yang digunakan oleh pesawat VFR untuk menerbangkan pesawat udara dengan mengutamakan atau mengandalkan pandangan mata tanpa alat bantu terhadap tanda-tanda yang berada pada permukaan bumi. Sesuai dengan klasifikasi ruang udara C di Perum LPPNPI Kantor Unit Kertajati, maka personel ATC memiliki tanggung jawab penuh dalam menjamin dan menyelenggarakan pemanduan lalu lintas udara di wilayah tanggung jawab pemanduan terhadap pesawat komersil maupun pesawat *overflying*.

Berdasarkan (ICAO, 1984) yaitu Doc.9426-AN/924 *Air Traffic Services Planning Manual, First (Provisional) Edition 1984 Part II, Chapter 2 ATS Routepoint 2.2.3* dinyatakan bahwa apabila kepadatan lalu lintas penerbangan dan kondisi cuaca yang dihadapi memerlukan layanan ATS lebih ketat, diperlukan adanya pemisahan antara penerbangan VFR dengan kedatangan dan

keberangkatan penerbangan IFR. Pengenalan tentang koridor-koridor VFR dan atau rute-rute VFR, titik masuk dan titik keluar serta titik *holding* pesawat sebaiknya dipertimbangkan.

Salah satu poin VFR *route* di Majalengka CTR yakni poin BONGA yang terletak tidak jauh dari poin ORIZA dan poin KECAP sebagai IAF pesawat IFR untuk melakukan *instrument approach procedure* pada runway 14. Sesuai dengan dokumen (ICAO, 2014) ICAO Aircraft Operation Contruction of Visual and Instrument Flight Procedures Document 8168 Vol II - Section 1 Chapter 2 hal III-1-2-5 Table III-1-2-6 dijelaskan tentang metode penentuan lebar dari suatu jalur penerbangan yang masuk dalam kategori RNP 1 dan jaraknya kurang dari 30 NM from ARP adalah $\frac{1}{2} AW = 2.50$ NM pada setiap sisi. Selain itu juga, terdiri dari area primer dan area penyangga (sekunder) sebesar 1,25 nm pada setiap sisi.



Gambar 2. Poin BONGA yang bermasalah

Poin BONGA dengan poin ORIZA yang hanya berjarak 4,7 NM dan masuk ke dalam area *holding* poin KECAP menyebabkan kesulitan bagi personel ATC dalam pemberian separasi antara pesawat *overflying* dengan pesawat *arrival* pada runway 14 (Gambar 2). Padahal berdasarkan Annex 11, *Air Traffic Services*, 13th Edition, 2001 Appendix 3 *Point 1*, prosedur *design route* untuk standard *departure* dan *arrival* harus dibuat perbedaan yang jelas antara *departure routes* and *arrival routes* dan *departure or arrival routes* and *another ATS routes*. Salah satu *ATS routes* yang dimaksud adalah rute VFR. Rute ini di dalam Majalengka CTR memiliki *lateral limit* 1,5 NM pada setiap sisi dan salah satu poin rute VFR yaitu poin BONGA dengan *level restriction* 5500 ft menjadi salah satu faktor yang mengganggu kelancaran lalu lintas penerbangan saat ini dikarenakan letaknya yang masuk dalam proteksi *buffer holding* dan rute STAR runway 14, sedangkan poin BONGA dengan ORIZA saling bersinggungan seperti yang bisa dilihat pada gambar 2.

Layar monitor ADS-B di Kertajati Tower seharusnya bisa digunakan oleh personel ATC sesuai dengan Standard Operation Procedure (SOP) Unit Kertajati bahwa Kertajati tower merupakan Unit *Aerodrome Control Service* (APP) yang memberikan *combine services* (*Approach Procedural Control Service*) dengan *lower limit GND/Water* dan *Upper Limit* 10.000 ft untuk memantau dan memastikan luas pergerakan pesawat yang berada di poin KECAP, namun peralatan tersebut belum tersedia sampai dengan saat ini. Sehingga untuk memberikan penyelesaian terhadap masalah dan sampai dengan saat ini diterapkan oleh personel ATC Kertajati Tower dalam menjaga separasi yaitu dengan menahan pesawat *overflying* yang akan melintasi poin BONGA di poin SUKRA maupun poin IMU, sampai dengan pesawat *arrival* tersebut memasuki final approach runway 14. Hal ini diterapkan sesuai dengan tujuan yang tertuang dalam Document 9426 – AN/924 *Air Traffic Services Planning Manual*, First (Provisional) Edition 1984 (ICAO, 1984),

yaitu sesuai dengan Five Objectives Of *Air Traffic Services* yang berbunyi “mencegah tabrakan antar pesawat”, maka personel ATC wajib memberikan pemisahan (*separation*) kepada pesawat. Pemisahan yaitu pemberian jarak aman kepada pesawat agar tidak terjadi tabrakan. Pemisahan antar pesawat dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu separasi vertikal dan separasi horizontal.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan pemaparan deskriptif. Menurut Sugiyono pada (Hendra, 2020), penelitian deskriptif adalah jenis penelitian dengan memberikan gambaran, uraian atau suatu keadaan tanpa ada perlakuan terhadap objek yang diteliti.

Penelitian deskriptif mempunyai ciri – ciri yang berhubungan dengan keadaan pada saat itu, bisa dengan satu variabel atau suatu kelompok variabel yang diteliti dengan tidak dimanipulasi atau ada perlakuan (*treatment*).

Penelitian ini berisi kutipan – kutipan dari data yang memberikan gambaran dari permasalahan, dapat berupa naskah wawancara, foto, dokumen pribadi, catatan, memo, dan dokumen resmi lainnya yang relevan dengan data penerbangan berdasarkan dokumen – dokumen, arsip, data penerbangan, serta literatur pustaka lainnya.

Hal ini dianggap sesuai dengan penelitian yang akan disajikan dengan memaparkan tentang perlunya sebuah evaluasi serta pembaharuan *VFR route* di Majalengka CTR yang berpengaruh terhadap penggunaan STAR runway 14.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan ialah model Borg and Gall (Sugiyono, 2015) dan (Anggraeni & Hendra, 2020) dengan tingkatan (level) 1, sebagai berikut:

a. Tahap penelitian 1

Pada penelitian satu (penelitian pendahuluan), penelitian ini menggunakan hasil observasi ketika melaksanakan *On the Job Training* di Airnav Kertajati dan wawancara tak berstruktur dengan obrolan tertulis secara online melalui *social media*.

b. Tahap penelitian 2

Pada penelitian dua (*need assessment*), penelitian ini menggunakan hasil observasi ke

2 yang dilakukan pada tanggal 8 November 2019. Sehingga pada penelitian ini didapatkan hasil dokumentasi dan hasil wawancara berdasarkan studi literatur dalam pembentukan rancangan yang sesuai untuk penyelesaian masalah.

c. Tahap penelitian 3

Pada penelitian tiga (validasi rancangan), penelitian ini membuat rancangan yang telah disepakati bersama dengan senior di lapangan sesuai dengan kebutuhan dalam penyelesaian masalah untuk dilanjutkan validasinya oleh ahli PANS-OPS (Gambar 3).



Gambar 3. Analisis Masalah



Gambar 4. Area Proteksi ATS route

Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan (Pradana, 2019) dan (Anggraeni & Hendra, 2020) adalah:

1. Reduksi Data (*Data Reduction*)

Kumpulan data yang sudah ada dari berbagai sumber baik berupa catatan lapangan, dokumen resmi, dokumen pribadi, foto, gambar, dan sebagainya. Selain itu, sumber data juga didapatkan melalui hasil wawancara dan observasi lalu dicatat dan setelah itu dilakukan pengolahan. Mereduksi data artinya merangkum, memilih hal – hal pokok dan penting, menentukan tema dan polanya sehingga data tersebut dapat memberikan penjelasan dan membantu untuk melakukan aktifitas pengumpulan data selanjutnya, dan mencarinya kembali apabila diperlukan.

2. Penyajian Data (*Data Display*)

Dengan teknik penyajian data, akan lebih mudah dalam memahami suatu kejadian sehingga dapat merencanakan tahap selanjutnya. Penelitian ini menggunakan penyajian data berupa teks naratif, tabel dan grafik untuk memperjelas apa yang akan di sampaikan.

3. *Conclusion Drawing/ Verification*

Menurut Miles and Huberman (Sugiyono, 2015), teknik pengolahan data selanjutnya adalah penarikan kesimpulan dan setelah itu dilakukan verifikasi. Kesimpulan pertama yang disampaikan masih bersifat sementara, dan bisa berubah bila bukti – bukti yang ditemukan tidak kuat dan mendukung pada tahap pengumpulan data di tahap berikutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan melalui studi dokumentasi, studi literatur dan wawancara tak berstruktur maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah membuktikan faktor permasalahan dari pembaharuan VFR *route* di Majalengka CTR. Dengan berpedoman kepada Doc. ICAO 8168 PANSOPS, pembuktian dari permasalahan yang menghambat kelancaran arus lalu lintas penerbangan di Majalengka CTR dituangkan pada gambar 2.

Berdasarkan gambar 3, dapat dilihat bahwa terdapat 2 faktor yang mempengaruhi kelancaran arus lalu lintas udara pada pesawat *arrival runway* 14 karena adanya poin BONGA pada VFR *route*, yaitu:

1. Memasuki area *Holding* poin KECAP (IAF)
2. Bersinggungan dengan STAR GAPIT 2C beserta area proteksinya.

Berdasarkan (ICAO, 2014) Doc. 8168 PANSOPS, STAR GAPIT 2C yang masuk ke radius kurang dari 30 NM dari ARP Kertajati memiliki area proteksi sebesar $1/2AW = 2.50$ NM pada setiap sisi. Dan berdasarkan AIRAC AIP SUPLEMENT Nr:29/18, VFR *route* di Majalengka CTR memiliki *lateral limit* sebesar 3 NM, yang artinya area proteksi setiap sisi adalah 1,5 NM seperti pada gambar 4.

Dengan adanya kedua hal tersebut, telah dibuktikan bahwa rute poin BONGA juga bersinggungan dengan area proteksi STAR Gapit 2C runway 14. Pada sisi lain, poin BONGA yang juga hanya berjarak 4,7 NM dari poin ORIZA dengan perbedaan *level restriction* hanya 500 ft dianggap tidak aman.

Perubahan jalur VFR dari SUKRA *direct* IMU dimungkinkan menurut CASR 91 sehingga pesawat VFR diperbolehkan untuk terbang di atas laut dengan syarat menyediakan peralatan keselamatan seperti *life jacket* bagi sejumlah personil di dalam pesawat. Lebih lanjut lagi, berdasarkan perhitungan maka jarak garis pantai dengan rute SUKRA-IMU adalah 24 NM seperti yang bisa dilihat pada Gambar 5, pada sisi lain berdasarkan data penerbangan yang dilaporkan oleh pilot kepada personil ATC saat melintasi poin SUKRA *direct* poin IMU, pesawat melintas di atas laut selama 5 sampai dengan 7 menit.

Pada area KECAP terdapat *buffer holding*, berdasarkan rumus perhitungan dalam Doc. 8168 PANSOPS, luas *buffer holding* poin KECAP terbukti bersinggungan dengan rute VFR khususnya pada poin BONGA sebagaimana terlihat pada Gambar 6. Pada sisi lain, berdasarkan Doc. 8168 PANSOPS dinyatakan bahwa rute ATS berbasis PBN dengan spesifikasi RNP 1 dan masuk dalam radius kurang dari 30 NM dari ARP Kertajati

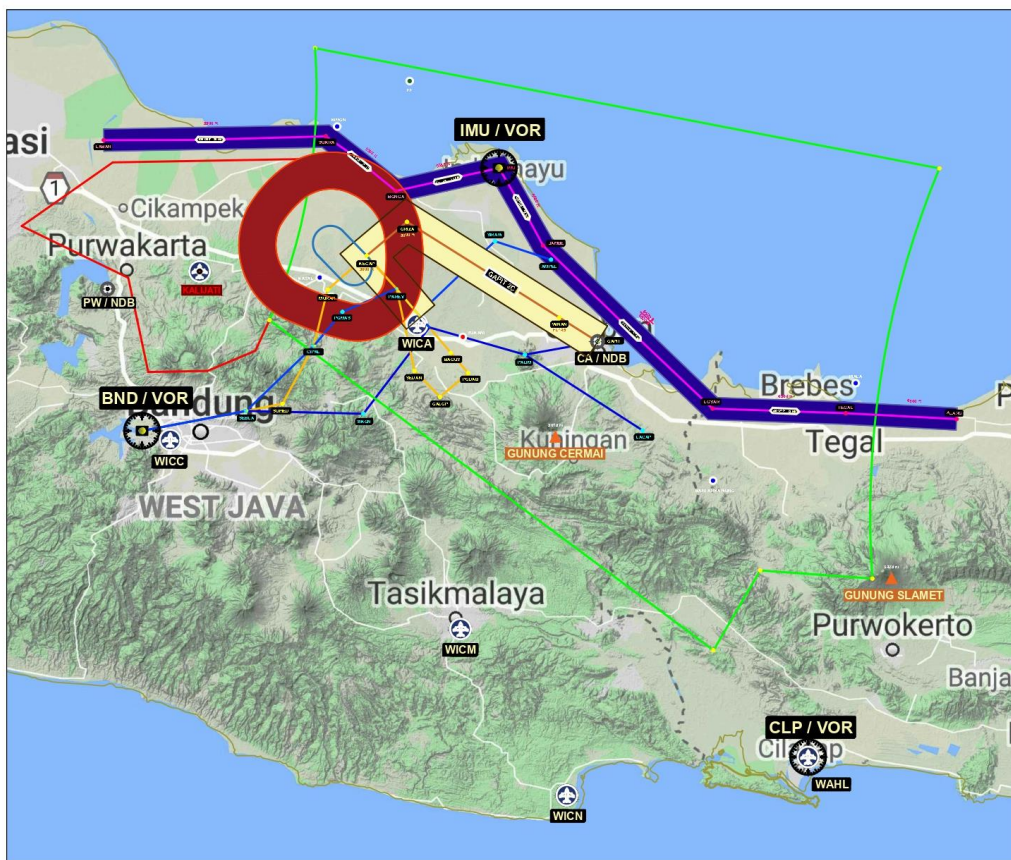
memiliki area proteksi $\frac{1}{2} AW = 2,50$ NM pada setiap sisi. Hal ini membuktikan bahwa STAR Gapit 2C bersinggungan dengan rute VFR khususnya poin BONGA yang memiliki area proteksi 1,50 NM pada setiap sisi sebagaimana terlihat pada Gambar 7. Selanjutnya berdasarkan AIRAC AIP

SUPPLEMENT Nr. 29/18, bahwa lateral limit untuk rute VFR adalah 1,5 NM pada setiap sisi.

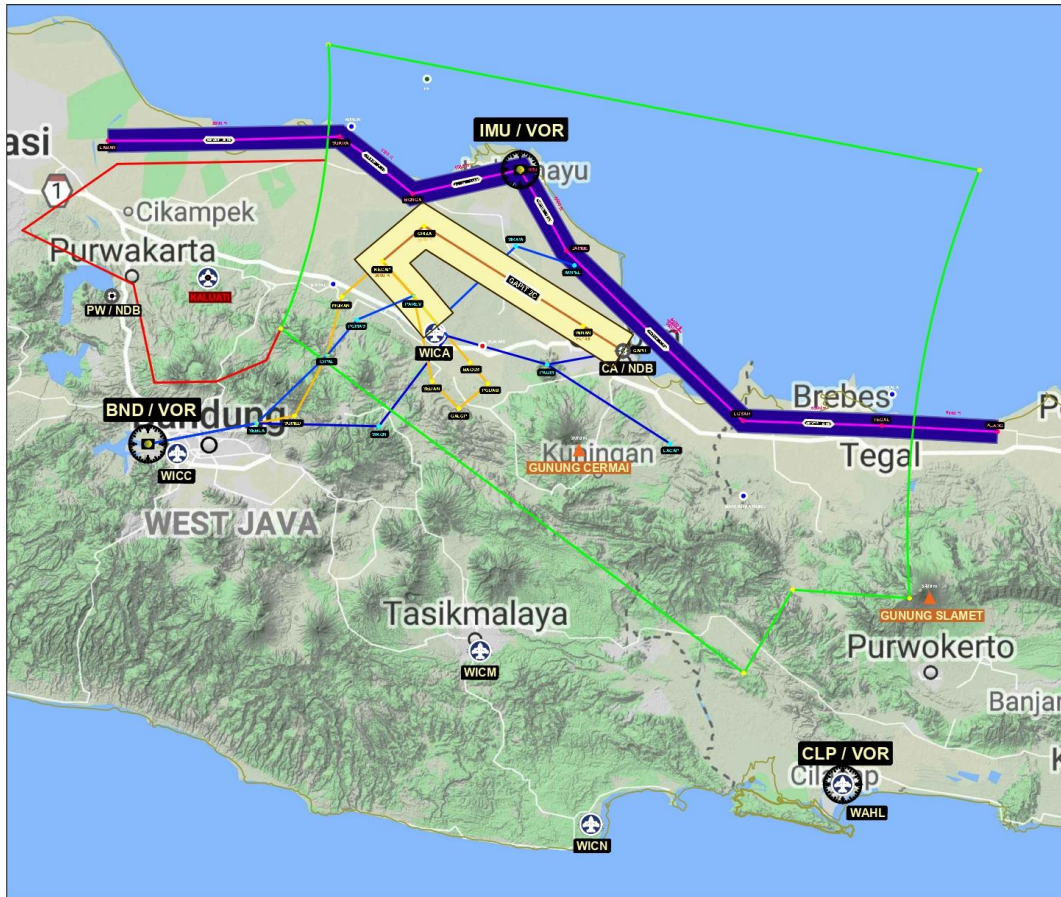
Dari pembuktian yang telah dijabarkan di atas bahwa rancangan rute dari poin SUKRA menjadi direct IMU yang telah dihitung dan didapatkan hasil yang positif sebagai jawaban dari permasalahan yang dialami saat ini. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 5. Jarak garis pantai dengan rute SUKRA-IMU



Gambar 6. Luas buffer holding poin KECAP terbukti bersinggungan dengan rute VFR



Gambar 7. STAR Gapit 2C bersinggungan dengan rute VFR



Gambar 8. Rancangan Pembaharuan VFR route

KESIMPULAN

Poin BONGA pada VFR route adalah salah satu faktor yang menghambat arus lalu lintas penerbangan di Majalengka CTR. Pembaharuan VFR route yang dirancang dengan membuat rute *direct* dari poin SUKRA ke IMU maupun sebaliknya lebih efisien dari rute yang melewati poin BONGA. Jarak rute SUKRA direct IMU adalah 24 NM dengan waktu tempuh selama 5 - 7 menit.

Dari sudut pandang sebagai ATC, rute *direct* tersebut lebih efisien dari jaraknya dan aman tanpa mengganggu jalur penerbangan IFR di Majalengka CTR karena terlihat bahwa luas *buffer holding* poin KECAP yang sudah termasuk dengan toleransi area tidak lagi bersinggungan dengan rute *direct* VFR route yang telah dirancang berikut dengan lateral limit sebesar 1,5 NM setiap sisinya.

Selanjutnya perlu dilakukan kajian ulang terhadap seluruh ATS route dengan menyertakan kontribusi dari hasil rancangan pembaharuan VFR route ini agar dapat memperlancar efisiensi dan arus lalu lintas penerbangan di Majalengka CTR. Kajian ini bisa diterapkan dengan syarat penerusan inisiasi kepada:

1. Perum LPPNPI Unit Kertajati melakukan inisiasi kepada Kantor Pusat Perum LPPNPI untuk melakukan kajian ulang terhadap VFR route yang melintasi Majalengka CTR.
2. Kantor Pusat Perum LPPNPI melakukan *safety assessment* terhadap rancangan dari pembaharuan VFR route.
3. Kantor Pusat Perum LPPNPI mengajukan validasi rancangan pembaharuan VFR route kepada Direktur Navigasi Penerbangan.
4. Direktur Navigasi Penerbangan melakukan penerapan rancangan *direct route* dari poin SUKRA menuju poin IMU maupun sebaliknya untuk meningkatkan efisiensi serta kelancaran arus lalu lintas penerbangan di Majalengka CTR.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Perum LPPNPI Unit Kertajati, Personel

ATC Perum LPPNPI Unit Kertajati, dan Direktur Politeknik Penerbangan Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghdam, M., Tabbakh, S., Chabok, S., & Kheyrabadi, M. (2021). Optimization of air traffic management efficiency based on deep learning enriched by the long short-term memory (LSTM) and extreme learning machine (ELM). *Journal of Big Data*.
- Anggraeni, D., & Hendra, O. (2020). Rancangan Alat Pemantau Suhu pada Ruang Peralatan Telekomunikasi Penerbangan Menggunakan LM35 Berbasis Arduino Uno dan SIM900A. *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviasi*, 9-14.
- Hendra, O. (2020). Kajian Pembelajaran Kelompok Pembina Taruna Melalui Pendekatan System Dynamics. *Sosioteknologi*, 160-175.
- Hrastovec, M., & Solina, F. (2016). Prediction of aircraft performances based on data collected by air traffic control centers. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 167-182.
- ICAO. (1984). *Doc. 9426-AN/924, Air Traffic Services Planning Manual, First (Provisional) Edition*. International Civil Aviation Organization.
- ICAO. (2012). *Doc.4444 Air Traffic Management Chapter 1 15th Edition*. International Civil Aviation Organization.
- ICAO. (2014). *Doc. 8168-OPS/611, Aircraft Operation Volume II, 6th Edition*. International Civil Aviation Organization.
- Kusumaningsih, A., Dewanti, & Muthohar, I. (2020). Airspace Capacity Analysis of Adisutjipto Airport. *Angkasa Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 127-134.
- Kwasiborska, A. (2017). Sequencing landing aircraft process to minimize schedule length. *Transportation Research Procedia*, 111-116.

- Kemenhub. (2016). PM. 55 Tahun 2016. Kementerian Perhubungan. Jakarta.
- Liu, S., & Zhang, J. (2019). A Data-Driven Method for Evaluating the Efficiency of Air Traffic Control about Arrival Operations. *19th COTA International Conference of Transportation Professionals* (pp. 4877-4889). Nanjing: ASCE.
- Pradana, A. (2019). *Metodologi Penelitian Ilmiah, Edisi Revisi Ke-3*. Tangerang.
- Purwanto, H. (2014). Rute Penerbangan Di Atas Alur Laut Kepulauan; Perspektif Indonesia. *Perspektif Hukum*, 1-17.
- Riahi, V., Newton, M., Polash, M., Su, K., & Sattar, A. (2019). Constraint guided search for aircraft sequencing. *Expert Systems with Applications*.
- Santos, P., Monteiro, P., Studic, M., & Majumdar, A. (2017). A methodology used for the development of an Air Traffic Management functional system architecture. *Reliability Engineering and System Safety*, 445-457.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Takeichi, N., Kaida, R., Shimomura, A., & Yamauchi, T. (2017). Prediction of Delay due to Air Traffic Control by Machine Learning. *AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference*. Texas: the American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc.
- U.S. (2018). Aircraft Flight Path Holding Pattern System and Method Patent. United States of America
- Whitehurst, G., Brown, L., Rantz, W., Nicolai, D., & Bradley, J. (2019). The Effect of Experiential Education on Pilots' VFR into IMC Decision-Making Decision-Making . *Journal of Aviation/Aerospace Education & Research* , 27-44.

