

Evaluasi Pemanfaatan Teknologi Radar Dalam Rangka Penguatan Pertahanan Dan Kedaulatan Wilayah Udara Indonesia

Ikha Prasetyani¹, A Farid Wajdi², Y Prihanto³, A A Supriyadi⁴, A A Lestari⁵, Sukendra Martha⁶, M
Supriyatno⁷, Agus Haryanto⁸

^{1, 4, 5, 6, 7, 8}Indonesia Defense University, Sentul 16810

²Research and Development Agency, Ministry of Defense, Indonesia

³National Research and Innovation Agency of Indonesia, Cibinong, 16911
ikhatp05@gmail.com

Abstract

One source of national wealth is airspace. There is a lot of potential in the airspace, including defense and commercial potential. However, the management of airspace in Indonesia is still not optimal. This can be analyzed from airspace issues related to the Indonesian FIR area on the border of the Natuna Islands. There is still overlap with the neighborhood country, Singapore, regarding the authority to control, use and regulate the Flight Information Region (FIR) which could impact security and air defense if not resolved immediately. That's why this article presents insights through the literacy method regarding evaluating the use of radar technology to strengthen the defense and sovereignty of Indonesia's airspace. The evaluation was carried out in terms of the hazard related to the threat of jamming issues and flight incidents that occurred. Next, analyze the vulnerabilities related to the characteristics of the FIR and the distribution of radar capabilities. The last evaluation is related to capacity starting from the budget, policies, human resources to the infrastructure owned by air defense in Indonesia. So that from the elaboration of the evaluation it is hoped that it can become one of the inputs and insights to increase the usefulness of radar in order to strengthen defense and fully acquire the sovereignty of Indonesia's airspace.

Keyword: Evaluation, Radar, Airspace, Defence, Sovereignty

Abstrak

Salah satu sumber kekayaan nasional adalah wilayah udara. Banyak potensi yang ada pada wilayah udara, diantaranya adalah potensi pertahanan dan komersial. Akan tetapi, pengelolaan wilayah udara di Indonesia dirasa masih belum optimal. Hal ini bisa dianalisis dari permasalahan kawasan udara terkait kawasan FIR Indonesia di perbatasan Kepulauan Natuna. Masih adanya tumpang tindih dengan negara yang berbatasan yaitu Singapura terkait kewenangan pengontrolan, pemanfaatan dan pengaturan Flight Information Region (FIR) yang bisa berdampak terhadap keamanan dan pertahanan udara apabila tidak segera diselesaikan. Oleh karena itulah artikel ini menyajikan wawasan melalui metode literasi mengenai evaluasi pemanfaatan teknologi radar untuk memperkuat pertahanan dan kedaulatan wilayah udara Indonesia. Evaluasi yang dilakukan ditinjau dari hazard terkait adanya ancaman jamming issue dan insiden penerbangan yang terjadi. Selanjutnya menganalisis kerentanan terkait karakteristik FIR dan persebaran kemampuan radar yang dimiliki. Terakhir evaluasi terkait kapasitas mulai dari anggaran, kebijakan, sdm hingga sarana prasarana yang dimiliki pada pertahanan udara di Indonesia. Sehingga dari penjabaran evaluasi tersebut diharapkan dapat menjadi salah satu masukan dan wawasan untuk meningkatkan kebermmanfaatan radar demi memperkuat pertahanan dan memperoleh sepenuhnya kedaulatan wilayah udara Indonesia.

Kata Kunci: Evaluasi, Radar, Udara, Pertahanan, Kedaulatan

Copyright (c) 2023 Ikha Prasetyani, A Farid Wajdi, Y Prihanto, A A Supriyadi, A A Lestari, Sukendra
Martha, M Supriyatno, Agus Haryanto

Corresponding author: Ikha Prasetyani

Email Address: ikhatp05@gmail.com (Indonesia Defense University, Sentul)

Received 03 February 2023, Accepted 09 February 2023, Published 09 February 2023

PENDAHULUAN

Wilayah udara merupakan salah satu sumber kekayaan nasional, sebagaimana yang dikatakan oleh Prof. Atip Latipulhayat, seorang guru besar di Universitas Padjajaran. Pendapat ini mendasar pada UU 01/2009 tentang Penerbangan, menyatakan bahwa Pemerintah melaksanakan

kewenangan dan tanggung jawab terhadap pengaturan ruang udara untuk kepentingan penerbangan, perekonomian nasional, pertahanan dan keamanan negara, sosial budaya serta lingkungan, dalam rangka pelaksanaan penyelenggaraan kedaulatan negara atas wilayah udara NKRI. Artinya ruang udara memiliki potensi secara *commercial purposes* dan *for defense*. Bahkan Dr. Ir. Asep Adang S seorang dosen Universitas Pertahan RI yang merupakan purnawirawan Marsda TNI mengemukakan dalam salah satu kuliahnya bahwa FIR atau ruang udara Indonesia adalah harta karun yang belum digali, per-*miles* wilayah udara pada ketinggian tertentu saja sudah senilai puluhan juta rupiah. Hal ini pun selaras dengan penjelasan lebih lanjut Prof. Atip bahwa di ruang udara, kedaulatan negara meliputi tiga kewenangan yaitu memanfaatkan, mengontrol dan mengatur. Permasalahan kawasan udara utamanya FIR Indonesia dengan negara perbatasan di Kepulauan Natuna memperlihatkan bahwa kedaulatan udara belum sepenuhnya dimiliki Indonesia, karena wewenang mengontrol, mengatur dan memanfaatkan sumber daya udara di wilayah tersebut masih tumpang tindih, dan ini akan berdampak pada pertahanan dan keamanan udara apabila tidak segera ditindaklanjuti dan mendapatkan penanganan yang serius.

Kedaulatan pertahanan udara Indonesia harus diupayakan agar sepenuhnya menjadi hak milik Indonesia. Peran teknologi radar pun sangat dibutuhkan. Berdasarkan sejarah penentuan wilayah udara oleh ICAO (Maret 1956, Irlandia) yang dijawantahkan menjadi *Flight Information Region*, dimana wilayah udara Indonesia di atas wilayah Riang, Natuna, Tanjung Pinak, Sarawak dan Semenanjung Malaya saat itu dengan berbagai pertimbangan Singapura disertai kewenangan untuk mengelolanya. Saat itu, Indonesia merupakan negara yang baru merdeka, kemampuan SDM dan kepemilikan teknologi radar masih terbatas. Padahal pemanfaatan penggunaan teknologi radar menjadi penting dalam pengelolaan, pengaturan dan pengawasan untuk menjaga pertahanan kawasan udara di atas tanah air Indonesia. Namun kini, Indonesia sudah 76 tahun merdeka, perkembangan teknologi makin bisa diikuti, bahkan beberapa teknologi radar sudah dimiliki oleh Indonesia. Seharusnya, Indonesia mampu mendapatkan sepenuhnya kedaulatan kawasan udara di atas wilayahnya dengan SDM dan teknologi radar yang dimiliki. Namun, permasalahannya adalah hingga saat ini Indonesia masih belum mendapatkan sepenuhnya hak kedaulatan wilayah udaranya. Oleh karena itu, evaluasi pemanfaatan teknologi radar di Indonesia perlu di evaluasi supaya pertahanan kawasan udara main kuat dan kedaulatan FIR sepenuhnya didapatkan.

METODE

Metode yang digunakan pada artikel ini adalah analisis literatur atau kepustakaan. Berbagai sumber referensi terkait permasalahan pada artikel ini dikumpulkan. Referensi tersebut meliputi jurnal, Undang-Undang dan Peraturan, literasi perkuliahan dan berbagai sumber yang diperoleh secara *open source*. Analisis dilakukan baik berupa tulisan, gambar dan data yang mendukung terkait permasalahan, sehingga diperoleh data analisis untuk hasil penelitian.

HASIL DAN DISKUSI

Radar merupakan teknologi yang sangat penting dalam pengelolaan, pengaturan dan pengawasan kawasan udara wilayah FIR di Indonesia supaya kedaulatan dan pertahanan NKRI. Radar atau *Radio Detection and Ranging* adalah suatu perangkat yang memanfaatkan transmisi gelombang elektromagnetik ke potensial objek yang menarik ataupun mencurigakan, kemudian menyebarkan hamburan gelombang dari objek tersebut, dan energi dari hamburan tersebut diterima, lalu pemrosesan sinyal diterapkan pada sinyal yang diterima tersebut untuk mendeteksi atau menghasilkan suatu produk informasi sebagaimana yang diinginkan. (Willian dan James (2014), hal 1). Gaspere Galati (1993, hal xii) menambahkan bahwa teknologi radar ini memiliki banyak sisi yang menarik, sistemnya mencakup banyak teknologi sistem elektronik lain seperti antenna, komponen dan subsistem gelombang mikro, pemancar daya tinggi, RF, IF, pemrosesan sinyal digital, ekstraksi data, pemrosesan dan data, struktur dan bagian termal/mekanik, kesemuanya berada dalam satu sistem teknologi yang disebut sebagai RADAR. Teknologi radar ini pun terus membuka peluang untuk terus diteliti dan dikembangkan, meskipun secara prinsip dasar pada semua generasi radar baik CW maupun GCI relative sama yaitu *the radar range equation* atau persamaan jangkauan radar, menjadi dasar dalam setiap perkembangan generasi teknologi radar, sebab jangkauan menjadi hal penting dalam setiap tindakan pada sistem radar, utamanya dalam mendeteksi objek. Oleh karenanya, pemanfaatan teknologi radar ini menjadi sangat penting dalam pertahanan wilayah udara Indonesia di berbagai bidang, baik sipil maupun militer untuk pemantauan jarak jauh di darat dan udara, mengontrol wilayah udara, mengatur dan mengawasi lalu lintas udara dan sebagainya.

Dari beberapa penjelasan mengenai radar diatas, memberikan wawasan kepada kita bahwa radar memiliki arti penting dalam mewujudkan kedaulatan dan pertahanan wilayah udara Indonesia dengan karakteristik wilayah Kepulauan dan maritime yang sangat luas. Wilayah perairan dan karakter gugusan pulau-pulau menjadikan wilayah udara Indonesia pun luas dan khas, berbeda dengan wilayah *continental* yang didominasi daratan. Tentu saja bukanlah sebuah pekerjaan yang sederhana untuk mengawasi, mengatur dan mengolah FIR Indonesia dengan cakupan wilayah yang luas meliputi ruang langit di atas daratan dan lautan. Oleh sebab itulah, pemanfaatan teknologi radar menjadi kunci utama. Ditambah lagi kedepannya aktivitas di wilayah udara dan angkasa baik nasional maupun international terkait pesawat, pengangkutan udara komersial, navigasi dan lainnya (bantuanhukum-sbm.com, Juni 2021) akan terus berkembang dan berkemungkinan akan makin bertambah jenis aktivitasnya tidak hanya dari pesawat, bisa juga dari *drone* atau *balloon*. Cakupan wilayah yang luas dan berbagai jenis aktivitas keudara membutuhkan bantuan teknologi radar dalam tiga kewenangan yang disebutkan sebelumnya yaitu memanfaatkan, mengontrol dan mengatur wilayah udara Indonesia. Tidak hanya teknologi radar yang dibutuhkan, kemampuan sumber daya manusia baik peneliti, pemerintah, operator dan user pun menjadi kunci penting juga dalam memahami pemanfaatan teknologi radar dan memahami karakteristik lingkungan udara di Indonesia. Maka dari

itu, evaluasi terhadap pemanfaatan teknologi radar perlu dilakukan dalam rangka penguatan pertahanan dan kedaulatan wilayah udara Indonesia.

Pendekatan teori mengenai risiko sebagaimana yang disampaikan oleh Prof.Syamsul Ma'arif salah satu dosen Unhan RI dalam kuliahnya, dimana risiko merupakan pertemuan antara *hazard*/bahaya dengan kerentanan (*vulnerability*) dibagi dengan kapasitas (*capacity*), dirasa menjadi metode evaluasi yang tepat untuk dilakukan terhadap permasalahan ini. Teori risiko ini menjelaskan bahwa apabila *hazard* yang bertemu dengan kerentanan lebih besar dibandingkan dengan kapasitas artinya risiko nya pun besar dan berlaku juga hukum sebaliknya. Metode evaluasi yang didasari pada pendekatan teori risiko ini akan menerapkan pembahasan mengenai komponen-komponen yang membentuk risiko yaitu *hazard*, *vulnerability* dan *capacity*.

Hazard

Secara bahasa, mengutip dari KBBI online bahaya diartikan sebagai sesuatu yang memungkinkan menimbulkan kecelakaan baik berupa bencana, kesengsaraan, kerugian dan lain-lain. Bahaya pada ruang udara merupakan segala sesuatu yang mengancam suatu keamanan dan keselamatan di kawasan udara, tidak hanya pada ruang udara itu sendiri, namun juga wilayah yang ada dibawahnya baik daratan maupun perairan tempat aktivitas kehidupan manusia berlangsung. Artinya segala sesuatu yang mengancam dan berpotensi membahayakan dari lingkup udara bagi keselamatan dan keamanan baik jiwa maupun negara bisa dikatakan sebagai *hazard* atau bahaya udara, namun istilah yang seringkali dan mungkin lebih *familiar* disebutkan adalah ancaman udara.

Potensi ancaman udara diantaranya meliputi pelanggaran, kecelakaan, *jamming issue* dan lain sebagainya. Ancaman *Jamming issue* di Indonesia hingga saat ini kejadiannya masih sangat langka bahkan hampir belum terjadi karena belum ditemukan pemberitaannya mengenai hal ini. Pada jenis ancaman udara lainnya berupa pelanggaran yang dilakukan oleh pesawat udara Negara lain merupakan yang paling sering terjadi seperti yang diungkapkan oleh Marsda TNI Samsul Rizal dalam sambuatannya pada KKDN Pasis (Pen Seskoau, Maret 2021). Pernyataan ini pun diperkuat oleh Marsekal TNI Fadjar Prasetyo, seorang Kepala Staf Angkatan Udara (KSAU) yang menyatakan bahwa dalam setahun terakhir pelanggaran oleh pesawat militer asing meningkat di wilayah udara Indonesia (Erric, Juni 2021). Dikatakan bahwa pelaku pelanggaran tersebut diperbuat oleh pesawat militer di bekas area Military Training 2 (MTA-2) yang terletak di Utara Pulau Bintan dan di ruang udara di atas ALKI (Alur Laut Kedaulatan Indonesia). Peningkatan aksi ini meningkat signifikan utamanya dikaitkan dengan merembaknya isu kejadian di China selatan berupa eskalasi sengketa klaim sepihak oleh pihak Cina. Dituliskan pula oleh Erric (2021) bahwa Marsda TNI Novyan Samyoga sebagai Pangkohanudnas (Panglima Komando Pertahanan Udara Wilayah Nasional) mencatat bahwa sejak awal tahun sampai 17 Mei 2021 ada 498 kali pelanggaran yang telah terjadi, dimungkinkan meningkat menjadi 600an kejadian pelanggaran dalam kurun waktu satu bulan kedepannya. Jadi, kejadian pelanggaran udara yang dilakukan oleh pesawat negara lain mulai dari

sipil dan utamanya militer, paling banyak terjadi di Indonesia dan dalam kurun waktu sejak awal tahun 2021, dikaitkan dengan isu di laut cina selatan, pelanggaran pesawat militer makin meningkat khususnya di wilayah udara di atas perairan Pulau Bintang bagian Utara.

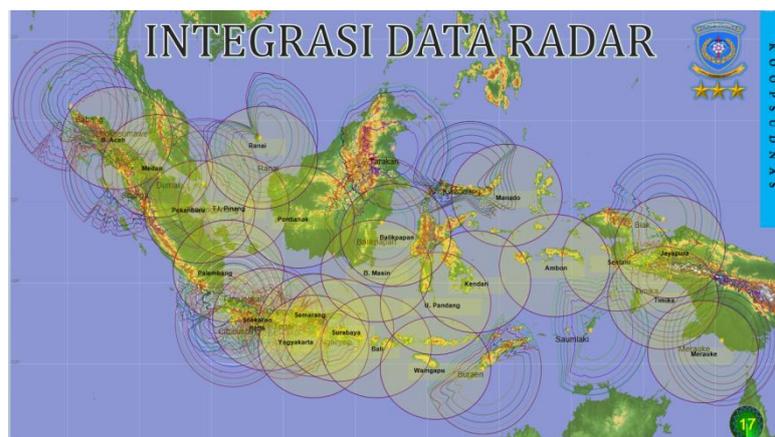
Sedangkan kasus kecelakaan penerbangan di Indonesia pun kerap kali terjadi di Indonesia. Dari tulisan Dimas (Januari 2021) pada artikel katadata.co.id, dalam kurun waktu satu decade terakhir, ada 334 kecelakaan penerbangan yang telah diinvestigasi oleh KNKT (Komite Nasional Keselamatan Transportasi), korban jiwa meninggal hingga 582 orang dan korban luka berjumlah 91 orang. Apabila dilihat dari jenis kecelekaannya, 126 merupakan *accident*, dan 222 kasus merupakan *serious incident* yang tercaatat oleh KNKT pada periode 2011 – 2020. pada skala internasional, ASN (*Aviation Safety Network*) sejak tahun 1945 mencatat ada sekitar 104 kasus kecelakaan yang terjadi dan menempatkan Indonesia menjadi negara peringkat pertama di Asia dan ranking kedelapan secara global sebagai negara yang memiliki jumlah kasus kecelakaan pesawat paling banyak. Dari segi jenis kecelekaannya, ASN mencatat bahwa 16 kasus terjadi karena peristiwa *runway excursion* atau keluar dari landasan pacu; 12 kasus akibat masalah pada landasan pacunya (*runway mishap*) dan 6 kasus lainnya diakibatkan menabrak permukaan ketinggian (*controlled flight into terrain/ CFIT*) dan beberapa kasus yang diakibatkan faktor penyebab lainnya. Penyebab utama berdasarkan laporan KNKT per Juni 2020 paling besar diakibatkan oleh manusia, kemudian teknis, lingkungan, lalu fasilitas. Bahkan secara global, kecelakaan pesawat paling tinggi dikarenakan kesalahan pilot, kemudian gangguan mekanisme, cuaca, sabotase dan lainnya. Ada banyak faktor yang menyebabkan manusia dan kesalahan pilot menjadi penyebab yang paling tinggi, salah satunya karena pesawat dikendalikan oleh manusia baik yaitu pilot dan bekerja sama dengan petugas di lapangan maupun ruang kendali di bandara yang mengawasi penerbangan. Jika ingin mengetahui lebih mendalam diperlukan penelitian lebih lanjut. Namun, bila dilihat dari jenis dan penyebabnya, kejadian kecelakaan sebenarnya bisa diminimalisir apabila teknologi pengawas seperti radar yang dimiliki memiliki kemampuan dan pengeoperasian yang baik sehingga bisa dimanfaatkan secara maksimal.

Kerentanan

Dalam KBBI kerentanan berasal dari kata rentan yang artinya mudah terkena sesuatu (penyakit). Sementara pengertian kerentanan merujuk pada Peraturan Kepala BNPB 2/2012 dalam kanal disaster.geo.ugm.ac.id (Desember 2017) diartikan sebagai suatu kondisi masyarakat atau kelompok tertentu yang menyebabkan dan mengarah pada ketidakmampuan untuk menghadapi ancaman dari suatu bencana. Dari dua definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa kerentanan di ruang udara merupakan suatu kondisi yang membuat masyarakat atau negara mengarah pada ketidakmampuan dalam menghadapi bahaya atau ancaman di ruang udara.

Kerentanan di kawasan udara terhadap pemanfaatan teknologi radar bisa dikaji dari beberapa aspek diantaranya yaitu karakteristik FIR Indonesia; jumlah dan persebaran Radar; serta kemampuan radar yang dimiliki oleh Indonesia. Dari aspek *Flight Information Region* (FIR), Indonesia memiliki dua wilayah FIR meliputi bagian barat yakni Jakarta, dan Ujung Pandang di Wilayah Timur. Wilayah

Barat meliputi Pulau Sumatera, Sebagian Jawa dan sebagian Pulau Kalimantan. Sedangkan Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara, sebagian besar Pulau Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua merupakan cakupan Wilayah Timur, FIR Ujung Pandang. Kejadian pelanggaran sebagaimana yang telah disebutkan banyak terjadi di kawasan FIR Jakarta, selain karena berbatasan dengan Singapura, juga terletak di batas wilayah Laut Cina Selatan. Akan tetapi hal ini tidak menutup kemungkinan bahwa FIR Ujung Pandang aman, karena beberapa kejadian kecelakaan penerbangan berada di kawasan ini. Sedangkan jumlah dan persebaran radar di Indonesia dapat dilihat pada gambar.1 yang diambil dari paparan narasumber KKDN FTP Unhan RI oleh Kopsudnas. Dari gambar.1 dapat dilihat bahwa pada kawasan FIR Jakarta, radar tersebar di sembilan titik, jika masing-masing titik tersebut memiliki 1 radar aktif berarti ada 9 radar yang dimiliki untuk cakupan Wilayah Barat FIR Indonesia. Di Wilayah Timur terdapat 13 titik persebaran penempatan radar. Berarti jumlah total keseluruhan radar yang dimiliki Indonesia setidaknya ada 24 Radar dengan cakupan wilayah yang luas dari ujung barat Sumatera hingga pangkal Timur Papua. Jenis radarnya dibagi menjadi radar hanud dan sipil yang masing-masing dimanfaatkan sesuai penggunaannya. Dilihat dari gambar.1, bisa ditarik kesimpulan bahwa 24 titik persebaran radar ternyata masih belum mengcover seluruh wilayah udara Indonesia yang tidak hanya berada di atas daratan tapi juga perairannya.



Sumber: pemaparan sishanud koopsudnas di IKN pada KKDN FTP Unhan RI

Gambar 1. Peta Persebaran dan Jumlah Radar di Indonesia

Kapasitas

Kapasitas secara bahasa diartikan oleh KBBI sebagai suatu ruang yang tersedia atau kemampuan daya tampung. Sementara dari perspektif kebencanaan, kapasitas ialah kemampuan daerah dan masyarakat untuk melakukan tindakan pengurangan ancaman dan potensi kerugian akibat bencana secara terstruktur, terencana dan terpadu (Perka BNPB 03/2012). Sehingga, jika diartikan dari segi pertahanan udara, kapasitas berarti kemampuan negara untuk melakukan pencegahan dan pengurangan ancaman atau bahaya di ruang udara yang berpotensi menimbulkan ketidakberdayaan dan kerugian nasional.

Evaluasi pemanfaatan radar dari sisi kapasitas mejadi penting untuk meningkatkan kekuatan pertahanan dan kedaulatan wilayah udara Indonesia. Hal ini dapat diliput dari beberapa hal yaitu anggaran dan *policy*; SDM; dan IPTEK serta sarana dan prasarana pertahanan udara. Anggaran dan *policy* atau kebijakan menjadi kunci utama dalam mengevaluasi maupun meningkatkan kemampuan radar, tidak hanya itu, SDM, Iptek dan sarana prasarana pun masuk dalam cakupannya. Dari 24 jumlah radar pada bahasan sebelumnya dirasa masih kurang untuk wilayah Indonesia yang sangat luas. Belum lagi dari sejumlah radar yang dimiliki, jika dievaluasi secara lebih mendalam belum tentu semuanya berfungsi secara aktif dan terus menerus, apalagi dari segi pemanfaatannya radar dioperasikan selama 24 jam, utamanya radar hanud dan radar sipil berhenti beroperasi tatkala waktu perlintasan udara sudah berakhir. Kapasitas SDM sebagai pengguna dari teknologi radar menjadi penting, sebab yang menjalankan dan memanfaatkan radar adalah SDM, bahkan perkembangan teknologi radar pun bergantung pada kemampuan SDM. Ilmu pengetahuan dan teknologi pun muncul dari hasil ide pemikiran manusia sesuai dengan kemampuannya dalam berpikir. Akan tetapi, kemampuan berpikir saja tidak cukup, sarana dan prasarana pun dibutuhkan dalam perkembangan teknologi radar. Disinilah peran anggaran dalam rangka meningkatkan kapasitas mulai dari radar, SDM, Iptek, sarana dan prasana. Sementara *policy* dibutuhkan sebagai bentuk dukungan dalam mengatur dan melindungi segala sesuatu yang berhubungan dengan kemajuan dan perkembangan teknologi serta keamanan di kawasan udara Indonesia. Oleh karena itulah, anggaran dan *policy* menjadi kunci utama dalam meningkatkan kapasitas pemanfaatan radar untuk mewujudkan pertahanan yang kuat dan kedaulatan wilayah udara Indonesia.

KESIMPULAN

Karakteristik wilayah berupa negara kepulauan dan maritime membuat wilayah Indonesia menjadi sangat luas, meliputi daratan dan perairan serta ruang langit yang ada di atasnya yaitu wilayah udara. Permasalahan yang terjadi di perbatasan Kepulauan Natuna dimana wilayah udara yang berada di atasnya pada ketinggian hingga 37.000 Km kewenangannya dimiliki oleh Singapura, sedangkan Indonesia hanya diberi kuasa pada ketinggian diatas itu, menunjukkan bahwa sesungguhnya Indonesia belum berdaulat di wilayah udara yang seharusnya menjadi miliknya, serta pertahanan wilayah udaranya pun masih belum kuat. Oleh sebab itu, dibutuhkan tindakan dan penanganan yang serius oleh negara, salah satunya bisa diawali dengan melakukan evaluasi pemanfaatan teknologi radar, langkah ini penting untuk dilakukan demi menguatkan pertahanan dan mendapatkan kedaulatan wilayah udara Indonesia.

Evaluasi tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan risiko pada bencana yang meliputi *hazard* (bahaya atau ancaman), *vulnerability* (kerentanan) dan *capacity* (kapasitas). Tentunya ketiga faktor ini dikaji dari sisi pendekatan wilayah udara. *Hazard* atau ancaman udara diartikan sebagai segala sesuatu yang mengancam dan berpotensi berbahaya dari keselamatan dan keamanan jiwa maupun negara di wilayah udara, dimana kejadian berupa pelanggaran oleh pesawat

milter negara lain dalam kurun waktu setahun hingga Mei 2021 lebih banyak terjadi dibandingkan kecelakaan dan jamming issue. Kemudian, kerentanan diartikan sebagai kondisi ketidakmampuan suatu negara dalam menghadapi bahaya atau ancaman yang terjadi di wilayah udara, dimana persebaran dan jumlah radar masih belum mampu mengcover keseluruhan wilayah Indonesia. Sementara itu, kapasitas merupakan kemampuan negara untuk mencegah dan mengurangi ancaman di ruang udara, yang mana anggaran dan *policy* menjadi kunci utama meningkatkan pemanfaatan radar dari segi jumlah dan kemampuan radar, kemampuan SDM, peningkatan IPTEK, dan perbaikan sarana prasarana. Sehingga melalui evaluasi menggunakan pendekatan risiko pada bencana yang diterapkan di wilayah udara khususnya tentang radar, diharapkan dapat menjadi langkah awal untuk meningkatkan kebermanfaatan radar demi memperkuat pertahanan dan mendapatkan kedaulatan wilayah udara Indonesia.

REFERENSI

- AirNav Indonesia. 2018. Ruang Udara. AirNav Indonesia dan BUMN: airnavindonesia.co.id diakses pada 22 Januari 2021 dari <https://airnavindonesia.co.id/air/space>.
- Anonim. 13 Juni 2021. Hukum Ruang Udara. Artikel & Berita: www.bantuanhukum-sbm.com. Diakses pada 22 Mei 2022 dari <https://bantuanhukum-sbm.com/artikel-hukum-ruang-udara>.
- A.T. Rangkuti. 07 Februari 2022. KKDN FTP: Sishanud Koopsudnas di IKN. Universitas Pertahanan RI: Fakultas Teknologi Pertahanan.
- Bayu, Dimas Jarot; Ridhoi, Muhammad Ahsan. 12 Januari 2021. Catatan Terpanjang Kecelakaan Penerbangan di Indonesia. Jurnalisme Data: www.katadata.co.id. Diakses pada 22 Mei 2022 dari <https://katadata.co.id/muhammadrighoi/analisisdata/5ffd469e76e49/catatan-terpanjang-kecelakaan-penerbangan-di-indonesia>.
- Galati, Gaspare. 1993. *Advanced Radar Techniques and Systems*. United Kingdom: Peter Peregrinus Ltd.
- Hendriyana, Artanti. 06 September 2021. Ruang udara menjadi kekayaan nasional untuk di manfaatkan. Universitas Padjadjaran: www.inpan.ac.id. Diakses pada 22 Mei 2022 dari <https://www.unpad.ac.id/2021/09/ruang-udara-menjadi-kekayaan-nasional-untuk-dimanfaatkan/>.
- KBBI online. Kamus Besar Bahasa Indonesia. Diakses dari: <https://kbbi.web.id>.
- L. Melvin, Willian; A. Scheer, James. 2014. *Principles of Modern Radar Vol. III: Radar Applications*. SciTech Publishing, an Imprints of the IET: www.scitechpub.com; www.theiet.org.
- Ma'arif, Syamsul. 13 Mei 2022. Intelijen Bencana Buatan Manusia. Universitas Pertahanan RI: Prodi Manajemen Bencana Fakultas Manajemen Pertahanan.
- Pen Seskoau. 24 Maret 2021. Pelajari Potensi Ancaman Wilayah Udara Tujuh Instansi Menjadi Sasaran Kuliah Kerja. Dinas Penerangan – TNI angkatan Udara: www.tni-au.mil.id. Diakses

- pada 22 Mei 2022 dari <https://tni-au.mil.id/pelajari-potensi-ancaman-wilayah-udara-tujuh-instansi-menjadi/>.
- Permana, Erric. 02 Juni 2021. KSAU: pelanggaran ruang udara oleh pesawat militer asing di Indonesia meningkat. Nasional: www.aa.com.tr. Diakses pada 22 Mei 2022 dari <https://www.aa.com.tr/id/nasional/ksau-pelanggaran-ruang-udara-oleh-pesawat-militer-asing-di-indonesia-meningkat/2261229>.
- Republik Indonesia. 2007. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana. Jakarta: Lembaga Negara Republik Indonesia Tahun 2007. Nomor: -.
- Republik Indonesia. 2009. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan. Jakarta: Lembaga Negara Republik Indonesia Tahun 2009. Nomor: 66.
- Republik Indonesia. 2012. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 03 Tahun 2012 Tentang Pedoman Penilaian Kapasitas Dalam Penanggulangan Bencana. Jakarta: Lembaga Negara Republik Indonesia Tahun 2013. Nomor: -.
- Super User. 04 Desember 2017. Kerentanan Longsor. Universitas Gadjah Mada: www.disaster.geo.ugm.ac.id. Diakses pada 22 Mei 2022 dari <https://disaster.geo.ugm.ac.id/index.php/berita/kerentanan-longsor>.
- Supriyadi, Asep Adang. 09 Mei 2022. Radar Modern and Cyber Sensing for Defense: Principle, Operation, and Application of Radar System. Universitas Pertahanan RI: Prodi Teknologi Penginderaan Fakultas Teknologi Pertahanan.