

ANALISIS LOKASI PENEMPATAN RADAR GCI DAN GAP FILLER DALAM MENDUKUNG PERTAHANAN NEGARA BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI WILAYAH KOSEKHANUDNAS I

LOCATION ANALYSIS OF GCI AND GAP FILLER RADAR POSITIONING FOR SUPPORTING STATE DEFENSE BASED ON GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN THE KOSEKHANUDNAS I AREA

Shilika Herzegovina F.¹, Dadang Gunawan², Andrian Andaya Lestari³

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGINDERAAN, UNIVERSITAS PERTAHANAN^{1,2,3}
(shilika.herzegovina@gmail.com, dadang.gunawan1978@gmail.com,
andaya.phd@gmail.com)

Abstrak—Perkembangan lingkungan strategis semakin kompleks dan dinamis hingga memunculkan berbagai ancaman salah satunya di wilayah udara. Tercatat hampir 165 kasus pelanggaran wilayah udara yang terjadi di Indonesia dari awal Januari hingga akhir 2019. Berdasarkan Jakum Hanneg 2020-2024 salah satu pembangunan wilayah pertahanan dapat diselenggarakan melalui pembangunan wilayah udara. Adapun bentuk pembangunan tersebut salah satunya dengan optimalisasi kebutuhan teknologi pertahanan berupa penambahan wahana pengamatan dan penginderaan jarak jauh seperti radar guna meningkatkan pengamanan wilayah. Berkaca terhadap ancaman yang datang, Jakum Hanneg 2020-2024 serta optimalisasi kebutuhan teknologi, salah satu langkah yang dapat diwujudkan yakni dengan pengembangan radar Hanud dan penambahan Satrad baru sesuai dengan Renstra TNI AU. Rencana wilayah penempatan radar baru di wilayah pengamatan Kosekhanudnas I terletak di wilayah Tanjung Pandan. Sesuai dengan renstra tersebut penulis bermaksud memberikan kontribusi dalam mengembangkan suatu metode SIG dan AHP agar dapat diterapkan dalam menentukan lokasi penempatan radar yang optimal, dengan mempertimbangkan beberapa parameter diantaranya kondisi geografis, infrastruktur wilayah, jarak ketinggian target, *blank spot area*, keberadaan *obstacle*, serta *coverage* radar. Melalui metode ini penulis dapat menentukan parameter yang dianggap paling penting dalam menentukan lokasi penempatan radar diantaranya ketinggian dengan persentase 40.89% serta *coverage* radar dengan nilai persentase 36.48%. Selanjutnya dari hasil pengolahan data disimpulkan apabila terdapat lima wilayah yang menjadi rekomendasi penempatan radar baru yakni Sijuk, Kelapa Kampit, Badau, Tanjung Pandan, dan Damar. Hal tersebut terlihat apabila radar ditempatkan pada wilayah Belitung pada ketinggian 404 m, *coverage* radar sudah bisa mencapai wilayah Laut Natuna, Pontianak, Singkawang, Selat Karimata, serta Pangkalanbun Kalimantan Tengah. Diharapkan metode ini dapat diterapkan untuk perencanaan lokasi penempatan radar GCI dan *gap filler* di wilayah lain dimasa yang akan datang.

Kata Kunci: *Analytical Hierarchy Process, Blank spot area, Coverage radar, Pertahanan udara, Radar, Sistem Informasi Geografis*

Abstract – *The development of the strategic environment is increasingly complex and dynamic, leading to various threats, including airspace treat. There were almost 165 cases of airspace violations that occurred in Indonesia from early January to the end of 2019. Based on Jakum Hanneg 2020-2024 one of the developments of defense areas can be performed through the development of airspace. One of the forms of this development is by optimizing the need for defense technology in using the remote sensing and observation vehicles including radar, to improve regional security.*

Reflecting on the upcoming potential threats, Jakum Hanneg 2020-2024 and the optimization of technology needs, one of the steps that can be realized is the development of the Hanud radar and the addition of a new Satrad in accordance with the TNI's Strategic Plan. The planned area for positioning a new radar in the observation area of Kosekhanudnas I is situated in the Tanjung Pandan area. According to the strategic plan, the writer intends to contribute in developing a GIS and AHP methods to be applied in determining the optimal location for radar location and, take into account several parameters including geographical conditions, regional infrastructure, target altitude distance, blank spot area, presence of obstacles, and coverage radar. Through this method, the writer can determine the parameters that are considered the most important in determining the location of the radar placement, including the height with a percentage of 40.89% and radar coverage with a percentage of 36.48%. Based on the results of data processing, it can be concluded that there are five recommended areas for the placements of the new radar, namely Sijuk, Kelapa Kampit, Badau, Tanjung Pandan, and Damar. This shows that the radar is placed on Belitung area and 404 meter altitude, it can reach the Natuna Sea, Pontianak, Singkawang, Karimata Strait, and Pangkalanbun in Central Kalimantan. Finally this method can be applied to understand the GCI and gap filler radar location for other remaining areas in the future.

Keywords: Analytical Hierarchy Process, Air defense, Blank spot area, Geographic Information System, Radar, Radar Coverage

Pendahuluan

Menurut Perpres RI No. 8 Tahun 2021 tentang Kebijakan Umum Pertahanan Negara tahun 2020-2024 berdasarkan perkembangan lingkungan strategis ancaman dibagi menjadi dua yakni ancaman potensial dan ancaman aktual. Salah satu bentuk ancaman aktual yang sering terjadi di Indonesia adalah pelanggaran wilayah perbatasan. Wilayah perbatasan merupakan suatu daerah strategis nasional yang mempunyai peran dan fungsi khusus. Wilayah juga menjadi bukti perwujudan dari keberadaan satu negara yang ditandai melalui adanya perlindungan kedaulatan terhadap wilayah dan penduduk dari segala bentuk ancaman pertahanan dan keamanan. Dalam melindungi kedaulatan negara maka

ditetapkan aturan perundang-undangan yang mengatur tentang proteksi wilayah dari ancaman dan gangguan pihak asing (Kementerian Pertahanan RI, 2015).

Indonesia sebagai negara strategis dengan luas kepulauan terbesar di dunia dan berbatasan langsung dengan sepuluh negara sangat memiliki potensi pelanggaran khususnya pada wilayah perbatasannya. Doktrin pertahanan tahun 2015 menjelaskan bahwa pelanggaran wilayah merupakan suatu kegiatan memasuki wilayah tanpa izin. Berbagai pelanggaran tidak hanya terjadi di wilayah darat dan laut namun juga pada wilayah udara (Kementerian Pertahanan RI, 2015). Pelanggaran wilayah udara sering menjadi kasus pelanggaran yang dianggap biasa dan

kurang terpampang media. Terlalu banyak kasus pelanggaran wilayah udara yuridiksi yang dilakukan pesawat terbang tanpa jadwal (*black flight*) disepanjang wilayah udara Indonesia.

Kenyataan yang terjadi saat ini di lapangan, sudah terlalu banyak kasus pelanggaran pada area perbatasan udara yang dilakukan oleh negara asing, baik menggunakan pesawat sipil hingga pesawat militer (Umam, C., 2019). Tabel.1 memperlihatkan beberapa kasus pelanggaran udara selama lima tahun terakhir yang terjadi pada kawasan Indonesia :

Tabel.1 Pelanggaran Udara di Wilayah Indonesia

No.	Tahun Kejadian	Keterangan
1	2014	Terdapat 50 kasus pelanggaran dengan rincian 6 perkara melibatkan pesawat sipil, 3 perkara pesawat negara, dan 41 perkara yang tidak teridentifikasi.
2	2015	Terdapat 193 kasus pelanggaran udara yang terdiri dari 39 perkara melibatkan pesawat sipil, 30 perkara pesawat negara, dan 124 perkara yang tidak teridentifikasi
3	2016	Terdapat 49 kasus pelanggaran dengan rincian 21 perkara melibatkan pesawat sipil, 5 perkara pesawat negara, dan 23 perkara

4	2017	yang tidak teridentifikasi. Terdapat 19 kasus pelanggaran udara yang terdiri dari 2 perkara pesawat sipil, 16 perkara melibatkan pesawat negara, dan 1 perkara yang tidak teridentifikasi.
5	2018	Terdapat 163 kasus pelanggaran wilayah udara, dan yang terbanyak terjadi pada bulan November sebanyak 52 kasus.
6	2019	Tercatat 165 kasus pelanggaran wilayah udara dicatat dari bulan Januari-Juni.

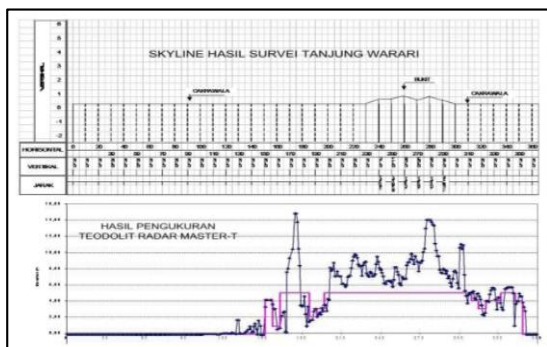
Sumber : diolah Penulis dari berbagai referensi. (2020)

Beberapa pelanggaran yang ditangkap oleh satuan radar yang kita miliki memang terlihat sebagai kasus pelanggaran lintas batas yang tergolong kasus biasa serta dianggap belum terlalu mengancam. Akan tetapi kewaspadaan terhadap berbagai kasus pelanggaran harus diperhatikan pada area yang tidak ter-cover (*blank spot area*) oleh satuan radar pertahanan udara. Apabila satuan radar kita lengah terhadap *blank spot area*, celah tersebut yang akan dimanfaatkan oleh pihak asing dalam melakukan pelanggaran wilayah. Sudah seharusnya pemerintah lebih waspada terhadap *blank spot area* yang dapat

dimanfaatkan pihak musuh untuk menyerang wilayah kedaulatan negara.

Salah satu teknologi yang digunakan dalam pengamatan udara yakni menggunakan radar (Pramadi, 2019). Area pegunungan dan perbukitan merupakan wilayah yang berpengaruh pada saat melakukan operasi radar, karena radar memiliki sifat gelombang elektromagnetik frekuensi tinggi serta memiliki rambatan yang lurus (*line of sight*) (Mark, 2010) dan salah satu permasalahan yang terjadi yakni sulitnya sistem radar untuk meng-cover pengamatan di area-area kritikal.

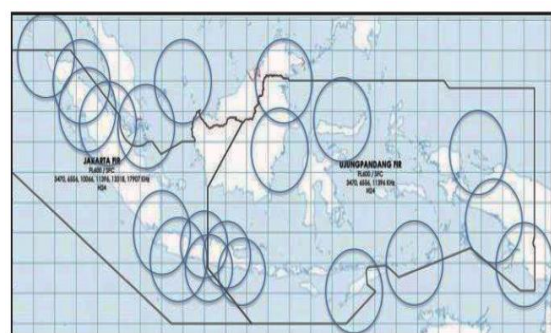
Sebagai contoh pada Gambar 1. dalam laporan staf ahli angkatan udara¹ menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang terjadi pada titik satuan radar 242 yakni *sky line view* pada saat melakukan survei dan saat melakukan instalasi, terdapat perbedaan yang signifikan pada ketinggian (*elevasi*) dan jarak *obstacle*. (Adji, 2018).



Gambar 1. Sky Line View pada Saat Survei dan Instalasi
Sumber : Adji (2018) dalam Laporan Staf Ahli Angkatan Udara

Permasalahan ini terjadi akibat beberapa faktor diantaranya, titik ketinggian lokasi, keberadaan *obstacle*, kondisi infrastruktur wilayah, hingga *coverage* radar yang belum optimal. Oleh sebab itu berbagai rencana gelar radar yang dibuat pada saat tahap perencanaan tidak bisa secara langsung untuk diterapkan di lapangan, karena banyak aspek yang harus diperhatikan (Wijaya, 2020).

Beberapa permasalahan pelanggaran wilayah udara yang terjadi serta keberadaan *blank spot* area menjadikan perhatian khusus bahwa sudah seoptimal apa letak sistem radar yang ada di satuan radar.



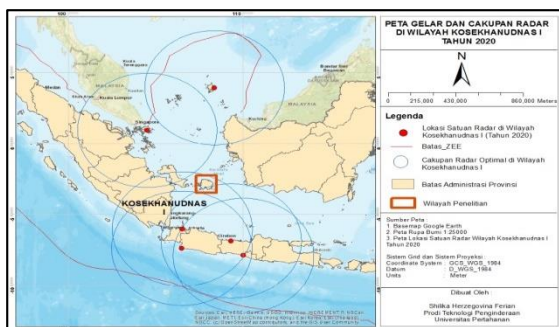
Gambar 2. Peta Gelar Radar Pertahanan Udara
Sumber: Sutanto, 2019

Dari Gambar 2 gelar radar pertahanan udara saat ini, masih terdapat wilayah yang belum ter-cover

(*blank spot area*) oleh radar pertahanan udara. Dalam kondisi damai area yang belum ter-cover masih bisa di *back up* dengan radar sipil yang ada di bandara. Akan tetapi jika terjadi keadaan darurat seperti perang, kekuatan radar militer yang menjadi kekuatan utama dan benteng pertahanan wilayah udara nasional.

Oleh sebab itu analisis terhadap penambahan satrad baru sangat penting dilakukan. Analisis ini juga sebagai bentuk kontribusi peneliti untuk mewujudkan rencana strategis TNI AU terhadap posisi gelar radar yang akan ditempatkan pada operasi satuan radar yang akan dibangun nantinya guna mengoptimalkan operasi pertahanan udara.

Penelitian penentuan lokasi radar GCI dan *gap filler* dibatasi pada *blank spot area* di wilayah Kosekhanudnas I. Tepatnya di wilayah Tanjung Pandan (Gambar 3) sesuai dengan Renstra TNI AU tahun 2020-2024.



Gambar 3. Gelar dan Cakupan Radar Wilayah Kosekhanudnas I
Sumber : diolah peneliti, 2021

Adapun tujuan penelitian ini yakni menganalisis penentuan posisi dan lokasi yang efektif dan optimal dan menganalisis *coverage* radar yang optimal dalam penempatan radar GCI dan *gap filler* dengan memperhatikan kondisi geografis, infrastruktur wilayah, jarak ketinggian target, *blank spot area*, dan keberadaan *obstacle*.

Oleh sebab itu, untuk dapat melakukan pengamatan hingga pencegahan terhadap pergerakan lawan pada wilayah yang tidak ter-cover dengan radar, maka dibutuhkan suatu metode yang tepat guna dalam menentukan penempatan lokasi radar sesuai dengan ketentuan PP No. 68 Tahun 2014 tentang Penataan Wilayah Pertahanan Negara. Penentuan titik atau lokasi radar yang optimal bisa dilakukan dengan beberapa metode. Salah satu metode yang dapat dilakukan yakni dengan menggunakan metode analisis spasial melalui Sistem Informasi Geografi (SIG) (Prahasta, 2019).

Adapun metode yang akan dilakukan yakni dengan mempertimbangkan beberapa parameter diantaranya dengan

menentukan ketinggian lokasi, infrastruktur telekomunikasi, infrastruktur jaringan jalan, kebencanaan, tutupan lahan, serta *coverage* radar untuk mengamati suatu wilayah dan jarak terbang pesawat. Selanjutnya dilakukan pemetaan lokasi satuan radar yang telah ada dan satuan radar yang telah direncanakan guna mengetahui lokasi *blank spot area* sehingga penempatan radar GCI dan *gap filler* akan lebih efektif dan optimal dalam melakukan pengamatan.

Setelah menentukan parameter-parameter dengan analisis spasial selanjutnya analisis dilakukan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* atau biasa disingkat AHP. Adapun metode AHP yang dilakukan yakni dengan menentukan suatu permasalahan dari penentuan lokasi radar GCI dan *gap filler* pada *blank spot area* dengan melakukan pembobotan terhadap parameter-parameter yang digunakan. Diharapkan dengan menggunakan metode AHP, pengambilan keputusan dapat dilakukan secara tepat khususnya untuk menentukan titik atau lokasi penempatan radar GCI dan *gap filler* yang sesuai. Sehingga pengamatan ruang wilayah udara dapat dilakukan secara efektif dan optimal.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian yakni berfokus pada pemanfaatan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Penelitian dilakukan dengan menentukan suatu permasalahan yang diselesaikan dalam suatu kerangka berpikir yang teratur selanjutnya dinyatakan sebuah hasil untuk menarik kesimpulan atau keputusan yang efektif terhadap permasalahan tersebut (Navneet, 2004). Dalam kasus penelitian ini, metode AHP diimplementasikan dengan menentukan suatu permasalahan berupa penentuan lokasi radar GCI dan *gap filler* pada *blank spot area* dan dipecahkan dalam suatu kerangka berpikir yang terorganisir yakni dengan menentukan parameter-parameter diantaranya :

- Ketinggian lokasi,
- Infrastruktur telekomunikasi dan jaringan jalan
- Aspek Kebencanaan
- Penggunaan lahan
- Coverage radar

sehingga dapat digunakan untuk menarik kesimpulan dan pengambilan keputusan yang efektif dan optimal atas permasalahan tersebut.

Adapun alur desain penelitian dimulai dari merumuskan permasalahan, melakukan studi literatur, menentukan parameter yang mempengaruhi permasalahan, melakukan pengumpulan data secara primer atau sekunder, menentukan metode yang akan digunakan, melakukan pengolahan data dengan metode yang digunakan, melakukan analisis, serta membuat laporan dari hasil analisis.



Gambar 4. Desain Penelitian
 Sumber : Modifikasi oleh Penulis (2021)

Hasil dan Pembahasan

Dilihat dari hasil perhitungan menggunakan metode AHP, parameter utama yang digunakan untuk menentukan lokasi radar yakni ketinggian dengan nilai persentase

40.89%. Nilai ketinggian wilayah dianggap sangat penting karena berpengaruh terhadap pengamatan yang optimal. Tidak hanya itu pada saat memancarkan gelombang elektromagnetik, radar harus terbebas dari berbagai *obstacle* seperti bangunan yang tinggi, daerah perbukitan hingga pegunungan yang dapat mengurangi *coverage* radar.

Parameter kedua yang harus diperhatikan dalam menentukan lokasi yakni cakupan (*coverage*) radar dengan nilai 36.48%. *Blank spot* area di wilayah Kosekhanudnas I satu merupakan salah satu contoh bahwa *coverage* radar militer yang dimiliki saat ini belum optimal. Sehingga, dalam penentuan lokasi penempatan radar juga harus mempertimbangan *coverage* dari radar yang digunakan. Dengan *coverage* radar maksimal yakni dengan jarak 240 Nm diharapkan pengamatan dapat dilakukan secara optimal dan saling overlap dengan radar lainnya sehingga tidak terdapat *gap* atau *blank spot* area yang dapat dimanfaatkan oleh musuh untuk menyerang wilayah pertahanan Indonesia.

Parameter ketiga yakni infrastruktur komunikasi dengan nilai persentase 8.35%. Jaringan

telekomunikasi yang dibuat oleh satuan radar harus terdiri dari komunikasi satelit dan komunikasi cadangan. Komunikasi cadangan dibuat sebagai *backup plan* apabila terjadi gangguan terhadap komunikasi satelit yang digunakan sehingga membahayakan pertahanan dan keamanan. Selanjutnya parameter kebencanaan dengan nilai 6.21%. Lokasi objek pertahanan negara memang sudah seharusnya diletakkan pada wilayah bebas bencana longsor dan gempa bumi. Walau negara Indonesia dilewati jalur *ring of fire* namun terdapat lokasi yang relatif aman dari kebencanaan salah satunya kawasan Belitung. Sehingga lokasi ini dianggap sangat cocok untuk ditempatkan radar baru karena minim bencana.

Parameter berikutnya yakni infrastruktur jalan dengan nilai persentase 4.87% dan penggunaan lahan dengan nilai 3.16%. Kedua parameter ini juga dianggap penting dalam menentukan lokasi penempatan radar karena berhubungan dengan kebutuhan untuk mobilisasi serta operasional personil nantinya.

Setelah menganalisis tingkat kepentingan parameter yang digunakan dalam menentukan posisi radar. Tahap selanjutnya ialah menganalisis kelima

lokasi yang sesuai dengan parameter berdasarkan hasil pengolahan data dengan metode SIG dan metode AHP. Dengan menggunakan kedua metode tersebut maka didapatkan hasil analisis lokasi yang sesuai untuk penempatan radar dan diurutkan berdasarkan daerah yang paling optimal ditempatkan radar baru diantaranya:

1. Damar

Dari hasil pengolahan data ketinggian menggunakan DEMNAS (Badan Informasi Geospasial, 2018), wilayah Damar termasuk daerah yang memiliki area tinggian yang cukup luas dan tinggi dengan nilai ketinggian 404 m. Dilihat dari jaringan telekomunikasi dan infrastruktur jalan wilayah ini merupakan wilayah yang sudah memiliki infrastruktur yang memadai. Selanjutnya apabila ditinjau dari *coverage* radar yang dihasilkan sangat optimal bisa meng-cover *blank spot area* di utara Pulau Belitung, Pontianak, hingga Singkawang.

2. Tanjung Pandan

Tanjung Pandan merupakan salah satu wilayah yang ditunjuk untuk dibangun satuan baru sesuai dengan renstra TNI AU. Berdasarkan pengolahan data wilayah ini termasuk area yang bisa direkomendasikan untuk ditempatkan radar baru. Daerah tinggian pada kawasan

terletak di ketinggian 177 m. Namun, jika ingin ditempatkan radar pada titik ketinggian tersebut hal yang harus menjadi perhatian adalah penempatan radarnya. Apabila penempatan tidak sesuai, coverage radar menjadi tidak maksimal karena terhalang *obstacle* disebelah timur yang berada pada wilayah Badau dan wilayah Damar sedangkan disebelah tenggara pada wilayah Gantung.

3. Badau

Wilayah Badau adalah daerah yang memiliki tinggian paling tinggi dari keempat Wilayah. Nilai ketinggian diwilayah ini mencapai 453 m. Jika dilihat dari nilai ketinggian memang daerah Badau adalah wilayah yang optimal namun jika dilihat dari *coverage* radar termasuk wilayah belum optimal karena terdapat *obstacle* disebelah Barat Laut tepatnya di Tanjung Pandan dan sebelah Tenggara yakni di daerah Gantung. Apabila daerah ini yang dipilih untuk penempatan radar harus sangat memperhatikan kondisi *obstacle* yang ada disekitar wilayah tersebut.

4. Sijuk

Daerah tinggian sijuk terletak pada ketinggian 133m. Berdasarkan hasil pengolahan data apabila radar diletakkan pada daerah ini telah meng-

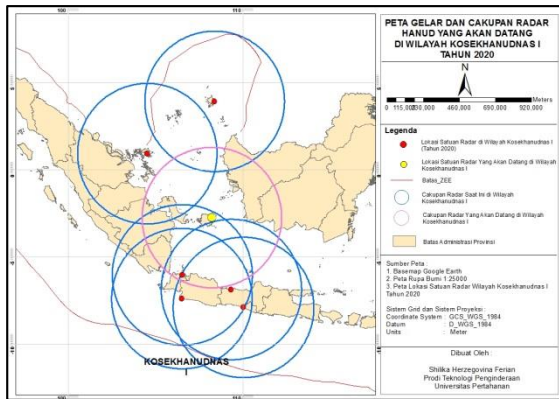
cover area utara Pulang Belitung, hingga Singkawang. Akan tetapi coverage radar yang dihasilkan masih kurang optimal hal tersebut diakibatkan terdapat *obstacle* diantaranya perbukitan disebelah timur pada daerah Damar dan disebelah selatan pada daerah Gantung. Sehingga mengakibatkan masih terdapat *blank spot area* di utara Cirebon dan Pengkalongan (Laut Jawa).

5. Kelapa Kampit

Dilihat dari kondisi infrastruktur jalan dan komunikasi wilayah Kelapa Kampit termasuk daerah yang sangat memadai serta rendah dari faktor kebencanaan. Namun, Kelapa Kampit merupakan daerah yang kurang direkomendasikan untuk diletakkan radar baru. Tinggian di daerah ini memiliki nilai ketinggian 133 m. akan tetapi *coverage* radar tidak bisa meng-cover wilayah utara Pulau Belitung karena terdapat *obstacle* yang menghalanginya yakni di sebelah timur pada daerah Damar.

Adapun hasil pemetaan lokasi penempatan radar baru dan radar yang sudah saat ini di wilayah Kosekhanudnas I terlihat pada Gambar 5. Titik kuning merupakan koordinat letak penempatan radar baru dengan *coverage* radar maksimal yang ditunjukkan dengan warna merah muda. Terlihat dari gambar

tersebut apabila ditempatkan radar pada wilayah Pulau Belitung sudah tidak terdapat *blank spot area* lagi khususnya di wilayah pengamatan Kosekhanudnas I.



Gambar 5. Peta Gelar Cakupan Radar Hanud yang Akan Datang
Sumber : diolah peneliti (2021)

Kesimpulan, Rekomendasi, dan Pembatasan

Berdasarkan hasil analisis penelitian, maka didapatkan kesimpulan penelitian bahwa hasil analisis menggambarkan terdapat lima wilayah yang menjadi rekomendasi penempatan radar baru yakni Sijuk, Kelapa Kampit, Badau, Tanjung Pandan, dan Damar dengan parameter yang digunakan dalam menentukan lokasi diantaranya nilai ketinggian, infrastruktur wilayah, faktor kebencanaan, tutupan lahan, dan *coverage radar*.

Adapun saran yang bisa dimanfaatkan untuk penelitian selanjutnya yakni apabila dilihat melalui peta wilayah gelar dan cakupan radar

masih terdapat *blank spot area* di wilayah kerja Kosekhanudnas II, III dan IV. Untuk itu metode yang sudah dikembangkan bisa digunakan kembali dalam menentukan lokasi radar di wilayah lain sesuai dengan renstra TNI AU dimasa yang akan datang.

Daftar Pustaka

- Adji, Kol. Lek. Kotot Sutopo, Marsda TNI Dr. Umar Sugeng H., M.M., Marsma TNI Hento Budi Sardjono, S.E., M.M. (2018). *Optimalisasi Gelar Radar Hanud Guna Meningkatkan Pertahanan Udara dalam Rangka Menjaga Kedaulatan Negara di Udara*. Jakarta: Markas Besar Angkatan Udara.
- Badan Informasi Geospasial. (2018). DEMNAS. Retrieved from <http://tides.big.go.id/DEMNAS/>. Pada Agustus 10, 2020
- Kementerian Pertahanan RI. (2015). *Doktrin Pertahanan Negara 2015*. Jakarta: Kementerian Pertahanan Republik Indonesia.
- Kementerian Pertahanan RI. (2015). *Buku Putih Pertahanan Indonesia*. Jakarta: Kementerian Pertahanan Republik Indonesia.
- Mark, A. Richards, James A. Scheer, William A. (2010). *Principles of Modern Radar Vol. 1: Basic Principles*. United States of America: SciTech Publishing.
- Pramadi, Noor., Andrian A.L. (2019). *Radar dan Stealth Edisi ke-2*. Jakarta: -.

Navneet, Bhushan, Kanwal Rai. (2004). *Strategic Decision Making Applying the Analytic Hierarchy Process*. London: © Springer-Verlag London.

Perpres RI No. 8 Tahun 2021. (2012). Peraturan Presiden Republik Indonesia tentang Kebijakan Umum Pertahanan Negara Tahun 2020-2024. Indonesia: Presiden Republik Indonesia.

PP No. 68 Tahun 2014 . (2014). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 68 Tahun 2014 tentang Penataan Wilayah Pertahanan Negara. Indonesia: Presiden Republik Indonesia.

Prahasta, Eddy. (2009). *Sistem Informasi Geografis Konsep-Konsep Dasar*. Bandung: Informatika Bandung.

Sutanto, Dedy. (2019). *Optimalisasi Pengamanan Ruang Udara Guna Penegakan Hukum di Wilayah Udara Nasional dalam Rangka Menegakan Kedaulatan Negara dalam Buku Angkasa Cendikia*. Jakarta: Dinas Penerangan Angkatan Udara.

Umam, C. (2019, 07 02). KSAU Sebut Banyak Pelanggaran Terjadi terhadap Wilayah Udara Indonesia. Retrieved 11 10, 2020, from <https://www.tribunnews.com>

Wijaya, Satria. D. R. (2020). *Penentuan Posisi Strategis Radar Pertahanan Udara Berbasis Sistem Informasi Geografis*. Bogor: Universitas Pertahanan.