

ANALISIS KELAYAKAN RADAR OVER THE HORIZON SURFACE BERDASARKAN LOKASI PENEMPATAN BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PERTAHANAN LAUT DI SELAT SUNDA

FEASIBILITY ANALYSIS OF OVER THE HORIZON SURFACE RADAR FROM LOCATION BASED GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR SEA DEFENSE IN SUNDA STRAITS

Fajar Kurniawan¹, Adrian A. Lestari², Romie O. Bura³

Universitas Pertahanan
(kurnfajar@gmail.com, romiebura@idu.ac.id)

Abstrak – Selat Sunda merupakan salah satu jalur pelayaran Internasional yang padat di Indonesia, terdapat beberapa kasus pelanggaran pelayaran di wilayah tersebut. Seperti pencurian, penyelundupan maupun Kapal yang tidak teridentifikasi dan berpotensi sebagai ancaman. Konsep pertahanan laut dengan mengaplikasikan Radar dengan kemampuan pendeteksian yang jauh merupakan hal yang penting bagi Indonesia pada saat ini. Radar Over the Horizon (OTH) Surface merupakan jenis radar *Early Warning System* (EWS) yang menggunakan gelombang High Frequency dengan kemampuan deteksinya yang dapat melampaui cakrawala Bumi. Tujuan dari penelitian ini adalah membuktikan bahwa pengaplikasian Radar OTHS untuk pengawasan di Selat Sunda dapat dilakukan berdasarkan penempatannya berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) yang menghasilkan spesifikasi kebutuhan dari radar bila digunakan untuk pengawasan perairan Selat Sunda. Metode penelitian yang dilakukan merupakan penggabungan antara metode kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian menghasilkan lokasi yang cocok yang dapat digunakan sebagai wilayah penempatan radar OTHS yang ada di kecamatan Panimbang. Berdasarkan lokasi dengan nilai kesesuaian tertinggi maka dapat diukur kebutuhan jarak jangkauan dan spesifikasi teknis dari Radar OTHS melalui persamaan radar.

Kata Kunci: Radar Over the Horizon Surface, Sistem Informasi Geografis, Kelayakan Teknologi, Selat Sunda, Analisis Hirarki Proses

Abstract – Sunda Strait is one of the dense international shipping lanes in Indonesia, there are several cases of shipping violations in the region. Such as fish theft, smuggling or ships that are not identified and have the potential as a threat. The Indonesia concept of marine defense by applying Radar with long-range detection capabilities is important for the Indonesia defense at this time. Radar Over The Horizon (OTH) Surface is an *Early Warning System* (EWS) radar that uses High-Frequency waves with detection capabilities that can extend beyond the Earth's horizons. The purpose of this research is to prove that the application of OTHS Radar for surveillance in the Sunda Strait can be done based on its placement based on Geographic Information Systems (GIS) which produces the requirements of radar when used for monitoring the sea cruise of the Sunda Strait. The research method is a combination of qualitative and quantitative methods. The results of suitable location research that could be used as an OTHS radar placement area in the Panimbang sub-district. Based on the location results with the highest conformity value, the radar technical specifications can be measured through the radar equation.

¹ Prodi Teknologi Penginderaan, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

² Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

³ Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

Keywords: *Over the Horizon Surface Radar, Geographic Information System, Feasibility Technology, Sunda Straits, Analytic hierarchy process*

Pendahuluan

Jalur Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) yang berada di wilayah Selat Sunda merupakan salah satu jalur pelayaran laut Internasional terpadat di Indonesia. konsep ALKI bertujuan untuk memenuhi kepentingan Indonesia sendiri atas keamanan dan kedaulatan wilayah perairannya, disamping juga untuk memberikan kesempatan bagi kapal-kapal asing untuk melakukan hak lintas alur laut kepulauan melalui perairan kepulauannya⁴.

Ancaman nyata yang ada di perairan Selat Sunda antara lain seperti Pencurian ikan, Penyelundupan Narkoba, Human Trafficking dan lainnya. Selain itu objek penelitian yang berada di Selat Sunda merupakan wilayah yang masuk ke dalam Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP-RI 572). Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia⁵. Dimana wilayah tersebut merupakan

wilayah yang mengalami kenaikan stok tipis dalam hasil lautnya, yakni 12.374 ton (E-2)⁶. dan dimungkinkan karena adanya pelanggaran yang merugikan di wilayah tersebut.

Kebutuhan akan Radar Permukaan laut merupakan hal yang menjadi perhatian terutama untuk mengawasi wilayah Selat Sunda yang merupakan Objek Vital Nasional karena menyangkut perekonomian bangsa. Menurut Corbett dalam jurnal Strategi Pertahanan Laut Nusantara Dalam Mewujudkan Indonesia Sebagai Poros Maritim Dunia, menyimpulkan bahwa Pengamanan di wilayah kedaulatan laut, suatu negara tidak perlu selalu menghadirkan kekuatan laut di seluruh wilayah kedaulatan, tetapi dapat juga dengan memanfaatkan teknologi untuk pengawasan wilayah perairan laut⁷.

Radar bagi Indonesia memiliki peran penting sebagai Alat Pertahanan dan Keamanan Negara. hal ini tercermin

⁴ Luh P. Sudini, "Penetapan Alur-Alur Laut Kepulauan Menurut Konversi Hukum Laut 1982", Jurnal Hukum & Pembangunan No.3, 2002. hlm. 303-327.

⁵ Peraturan Menteri Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 18/Permen-Kp/2014

⁶ Jessica Sihite, "Dunia Perlu Atasi Illegal Fishing", dalam <https://mediaindonesia.com/read/detail/109905-dunia-perlu-atasi-illegal-fishing>, 20 Juni 2017, diakses pada 07 Februari 2020.

⁷ Basri Mustari, Supartono Supartono, & Rayanda Barnas. "Strategi pertahanan laut nusantara dalam mewujudkan indonesia sebagai poros maritim dunia". Jurnal Prodi Strategi Perang Semesta, Vol.04, No.02, 2018. hlm.17-36.

masuknya Radar dalam program industri pertahanan yang dibuat oleh Komite Kebijakan Industri Pertahanan (KKIP). Radar Over the Horizon Surface merupakan Radar yang dapat diaplikasikan di Indonesia pada saat ini, beroperasi dengan frekuensi gelombang elektromagnetik High Frekuensi (HF) antara 1-30 MHz⁸.

Radar OTH dapat menjangkau wilayah yang laut luas dan melewati cakrawala bumi. Di Indonesia sendiri, Badan Keamanan Laut (Bakamla) menjadi pihak yang mengajukan untuk upaya memperkuat early warning system (EWS) untuk meminimalisir pelanggaran di perairan Indonesia⁹ melalui pengadaan Radar Over the Horizon (OTH) Surface, meskipun belum terealisasi pada saat ini.

Studi kelayakan atau feasibility study menurut Herriot (2015) pada bidang teknologi adalah suatu cara untuk menentukan apakah suatu teknologi layak secara finansial dalam konteks tertentu¹⁰. Dalam penelitian ini Analisis Kelayakan mengarah kepada memahami dasar teknik yang terbaik bila penerapan

radar OTH surface dilakukan. Dengan Tujuan untuk membuktikan bahwa radar jenis OTH surface layak untuk diterapkan atau digunakan bagi pertahanan dilihat dari sudut pandang kemampuan dalam hal teknologi berupa spesifikasi awal dan penempatan secara geografis.

Metode Penelitian

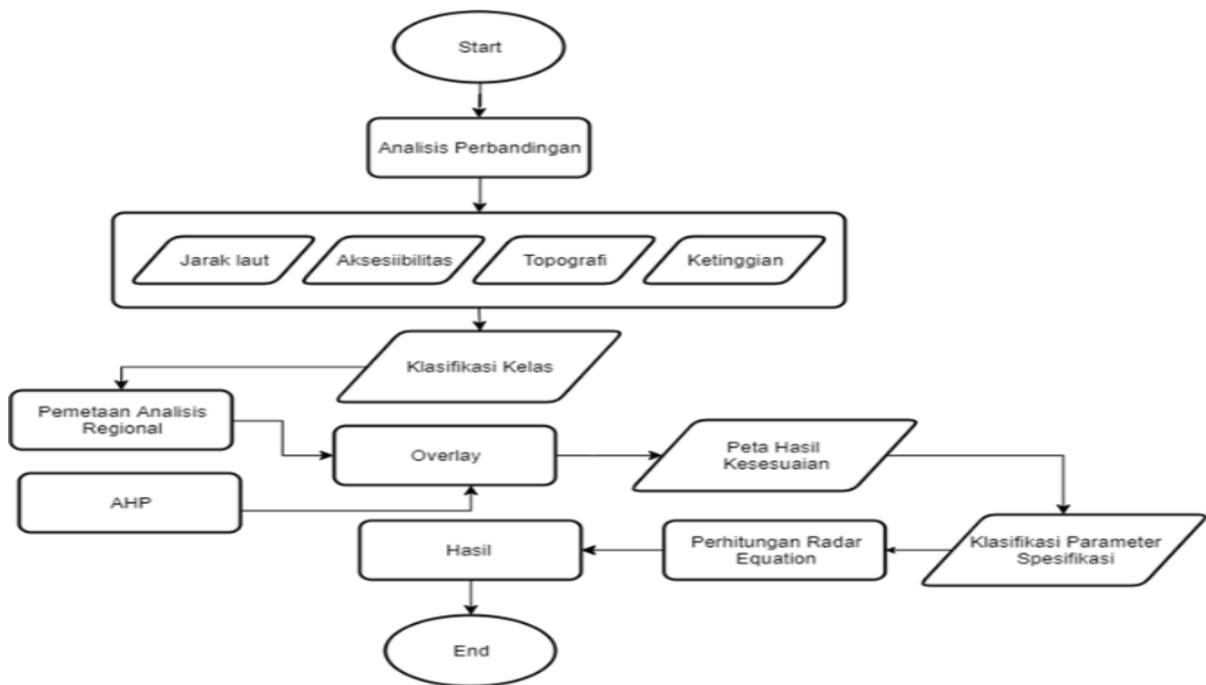
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Mix Method, model urutan penemuan dengan penelitian Kuantitatif merupakan penelitian utama, dengan uraian penelitian Kualitatif yang digunakan. Metode Kuantitatif digunakan karena Penelitian berdasarkan sifat realitas yang dapat diklasifikasikan, konkrit, teramati dan terukur. ditambah dengan hubungan antara variabel berdasarkan sebab-akibat (kausal) sehingga didalam penelitian akan

⁸ Marsekal Muda TNI (Purn) Noor Pramadi, M. M., & Dr. Ir. Andrian A. Lestari, M. S., Radar dan Stealth (edisi 2), (Jakarta: TNI, 2019), hlm. 105.

⁹ Sucipto., (2015). "Perkuat Pengawasan Laut, Bakamla Siapkan Radar OTH", dalam <https://nasional.sindonews.com/read/1076714/14/perkuat-pengawasan-laut-bakamla-siapkan>

radar-OTH-1452679425, 13 Januari 2016, diakses 18 Agustus 2019

¹⁰ Scott R. Herriott, Feasibility Analysis for Sustainable Technologies: An Engineering-Economic Perspective, (United States of America: Business Expert Press, 2015), hlm.2.



Gambar 1. Desain Analisis Penelitian
 Sumber: Diolah oleh Peneliti, 2019

terdapat variabel independen dan dependen¹¹.

Gambar 1 merupakan Desain dari Analisis yang dilakukan dalam penelitian, dimulai dari menentukan parameter, skor kelas dan bobotnya. lalu menggabungkannya dengan metode Overlay sebelum menghitung nilai parameter spesifikasi radar. Desain penelitian pada dasarnya menitik beratkan hasil dari analisis kesesuaian lahan yang menghasilkan lokasi terbaik untuk menjadi parameter dalam penentuan spesifikasi dari radar.

Hasil dan Pembahasan

Hasil dari Penelitian berdasarkan analisis yang terbagi sebagai berikut:

1. Analisis Radar Pemandangan

Kriteria dari jenis Radar *OTH Surface* yang jadi pembanding / *benchmark* didapatkan melalui hasil observasi studi literatur untuk mendapatkan jenis Radar *OTH Surface* sebagai pembanding di 4 lokasi berbeda dengan dua jenis radar yaitu WERA dan CODAR. Pemilihan Radar jenis ini dipilih karena merupakan Radar *OTH Surface* yang komersil serta merupakan radar yang masuk dalam program sistem pengamatan terpadu oleh Amerika Serikat¹².

¹¹ Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D, (Bandung: ALFABETA, 2007).

¹² Yonggang Liu, Weisberg, Robert H. Weisberg, and Clifford R. Merz. "Assessment of CODAR

seasonde and WERA HF radars in mapping surface currents on the west Florida shelf", *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 31(6), 2014. hlm. 1363–1382.

Tabel 1. Matriks Parameter Radar OTHS.

Parameter	S1	S2	S3	N
Tutupan Lahan	Tanah Kering, savana, Tanah Kosong	Perkebunan, Sawah, Semak	Pemukiman	Hutan, Perairan Darat, Tambak
Ketinggian	51 – 100 m	26 – 50 m	6 – 25 m	0 – 5 m
Kemiringan	0 – 2 %	2 – 7 %	7 – 15 %	15 – 30 %
Jarak Laut	0 – 500 m	500 m – 1 km	1 – 3 km	> 3 km
Akses Jalan	0 – 500 m	500 m – 1 Km	1 – 1,5 km	> 1,5 km

Sumber: diolah peneliti, 2019

Untuk mendapatkan parameter geografis penempatan dari kelima Radar maka analisis dilakukan dengan memanfaatkan Google Earth untuk mencari parameter berdasarkan Koordinat peta dan perbandingan gambar yang didapatkan dari studi literatur.

Dikarenakan keterbatasan resolusi gambar dan dimungkinkan adanya kerahasiaan penempatan Radar jika diakses melalui Google Earth. Maka, untuk menentukan lokasi fix dari Radar dilakukan *Buffer* wilayah dengan diameter 1 km untuk mendapatkan nilai kelas parameter seperti ketinggian maksimal dan Rentang kemiringan di wilayah tersebut.

Buffer ini didasari dari Surat Keputusan DirJen Perhubungan Udara

Nomor SKEP/113/VI/2002 berkaitan Kreteria Penempatan Fasilitas Elektronik dan Listrik Penerbangan pada Bab Strandar Penempatan Radar ATC pada point A yaitu Luas lahan yang dibutuhkan untuk membangun shelter peralatan radar, menara / tower Antena radar dan fasilitas penunjang lainnya minimal 100 m x 100 m¹³.

Tabel 1 merupakan matriks akhir dari parameter yang dibutuhkan untuk penentuan lokasi berdasarkan kelas yang di inialisasi dengan Sangat Sesuai S1, Sesuai S2, Cukup S3, dan Tidak Sesuai S4.

2. Analisis Tahap Regional

Analisis tahap regional merupakan analisis lahan yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik lahan yang ada di wilayah penelitian¹⁴. Hasil dari analisis perbandingan Radar dan studi

¹³ Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Udara Nomor SKEP/113/VI/2002 tentang Kriteria Penempatan Fasilitas Elektronik dan Listrik Penerbangan

¹⁴ Siti Maulidah, Yuswanti A. Wirahayu & Bagus S. Wiwoho, "Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Kabupaten Bangkalan Dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis", 255(0341), 2012. hlm. 1–11.

literatur¹⁵ yang berupa matriks pada tabel 1 akan diaplikasikan dengan SIG yang membedakan menjadi parameter-parameter kesesuaian dan mengklasifikasikannya menjadi 3 kelas ordo S dan 1 kelas ordo N. Dimana S1 mendefinisikan kesesuaian wilayah yang sangat sesuai, S2 Sesuai, S3 Cocok dan N mendefinisikan tidak cocok. Ordo ini juga yang akan menginisialisasi skor pada kelas.

3. Analisis Hirarki Proses

Analisis Hirarki Proses dalam penelitian ini merupakan representasi dari Analisis Kualitatif yang dilakukan melalui kuisioner untuk mendapatkan bobot prioritas dari parameter yang telah ditentukan. AHP juga didefinisikan suatu perangkat untuk menentukan pilihan dari berbagai alternatif yang sulit. AHP digunakan untuk memperoleh skala rasio dari kedua perbandingan yang terpisah dan kontinu dalam struktur hierarki bertingkat. Perbandingan ini dapat diambil dari pengukuran aktual atau dari skala fundamental yang mencerminkan kekuatan relatif dari preferensi dan perasaan¹⁶.

Fungsi AHP dalam penelitian ini yaitu menghasilkan nilai bobot dari setiap parameter kesesuaian lahan. Bobot sendiri representasi dari tingkat kebutuhan / kepentingan parameter pada objek, yang tentu mempunyai nilai yang tidak seragam. objek dalam penelitian ini sendiri adalah Radar OTH Surface dan parameternya antara lain ketinggian, akses, jarak laut, dan topografi.

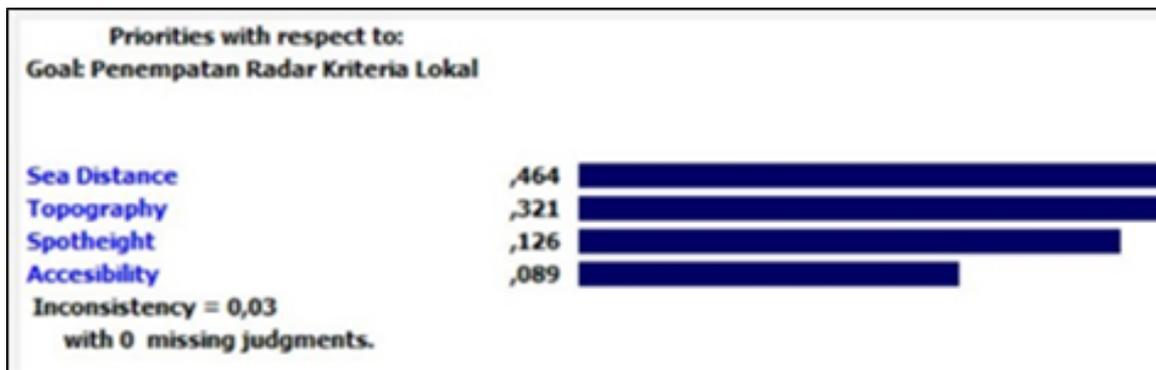
$$IK = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$

$$RK = IK / IR$$

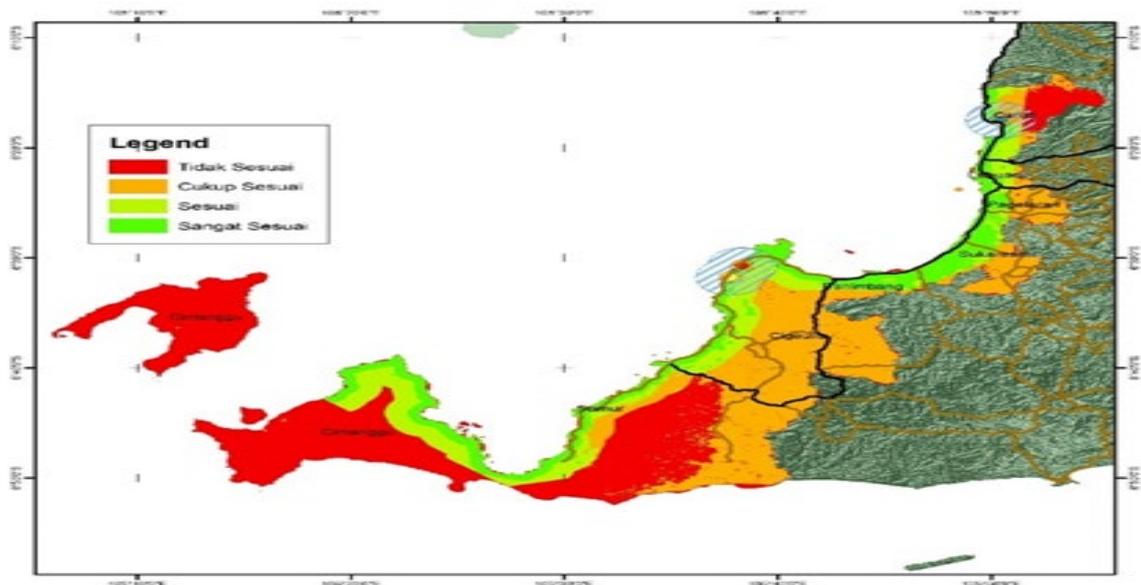
Analisis ini menggunakan software expert choice 11 untuk mempermudah dalam proses penentuan bobot parameter. Untuk menghasilkan Penilaian Individu yang konsisten dalam kuisioner dengan banyak perbandingan parameter. Maka Konsistensi dalam AHP dihitung melalui Rumus Indeks Konsistensi (IK) kemudian diubah menjadi bentuk rasio inkonsistensi (RK) dengan membaginya dengan indeks random (IR). Dengan ketentuan bahwa jika tingkat toleransi nilai RK dibawah 10% atau dibawah 0,1 maka jawaban narasumber adalah konsisten. Rumus rasio inkonsistensi.

¹⁵ Christos Domenikiotis, Nicolaos R. Dalezios & Ioannis Faraslís, "GIS-based weather radar siting procedure in mountainous terrain", *Physics and Chemistry of the Earth*, 35(1-2), 2010. hlm. 35-42.

¹⁶ Thomas L. Saaty, & Luis G. Vargas, *Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process*, (United States of America: Springe, 2012r).



Gambar 2. Hasil AHP
Sumber: Diolah oleh Peneliti, 2019



Gambar 3. Hasil Overlay
Sumber: Diolah oleh Peneliti, 2019

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan melalui AHP maka diketahui bahwa jarak laut merupakan parameter dengan bobot tertinggi. Hasil AHP akan digunakan untuk analisis Overlay yang berdasarkan perkalian Skor Kelas dengan Skor Bobot.

4. Analisis Overlay

Analisis Overlay adalah menggabungkan setiap parameter keruangan yang mempunyai karakteristik yang sama untuk menghasilkan data keruangan yang baru atau menumpang

tindihkan parameter keruangan. Dalam penelitian ini setiap parameter dengan Skor kelas yang berasal dari analisis tahap regional akan di kali dengan Bobot hasil parameter AHP sehingga hasil dari analisis akan menghasilkan lokasi dengan nilai tertinggi yang menjadi lokasi dengan kesesuaian terbaik yang di inialisasi melalui berbagai warna.

Gambar 3 merupakan peta hasil keseluruhan overlay yang dilakukan pada semua parameter, dari hasil overlay tersebut di dapatkan satu lokasi dengan

kesesuaian tertinggi dan dua sebagai alternatif. Dari peta tersebut dapat diketahui bahwa hasil kesesuaian akhir dari metode Overlay di SIG menghasilkan 4 tingkat kesesuaian yang dibedakan berdasarkan warna. Warna Hijau menunjukkan bahwa daerah tersebut merupakan wilayah dengan tingkat kesesuaian tertinggi. Pada Tabel 2 dapat dilihat matriks lokasi terpilih.

Jarak Jangkauan yang dibutuhkan

Berdasarkan hasil analisis kesesuaian yang menghasilkan lokasi utama untuk penempatan radar yang berada di kecamatan Panimbang. maka, untuk menentukan jarak jangkauan yang dibutuhkan dilakukan perhitungan jarak dari lokasi tersebut ke wilayah perairan Selat Sunda sebagai target. lokasi terpilih akan diproyeksikan untuk diukur dengan

target yaitu jarak terjauh dari perairan Selat Sunda yang merupakan zona neritik atau dapat disebut sebagai wilayah laut dangkal yang di asumsikan menjadi wilayah terjauh dari kapal yang dapat melintas di Selat Sunda.

Proyeksi menggunakan tools dari aplikasi SIG untuk membuat polyline berupa garis kuning yang merupakan jarak yang ingin diketahui, diukur berdasarkan hasil kesesuaian lahan yang menghasilkan lokasi di Kecamatan Ciwandan. Berdasarkan teknik ini maka jarak yang dibutuhkan untuk pendeteksian adalah 116 km.

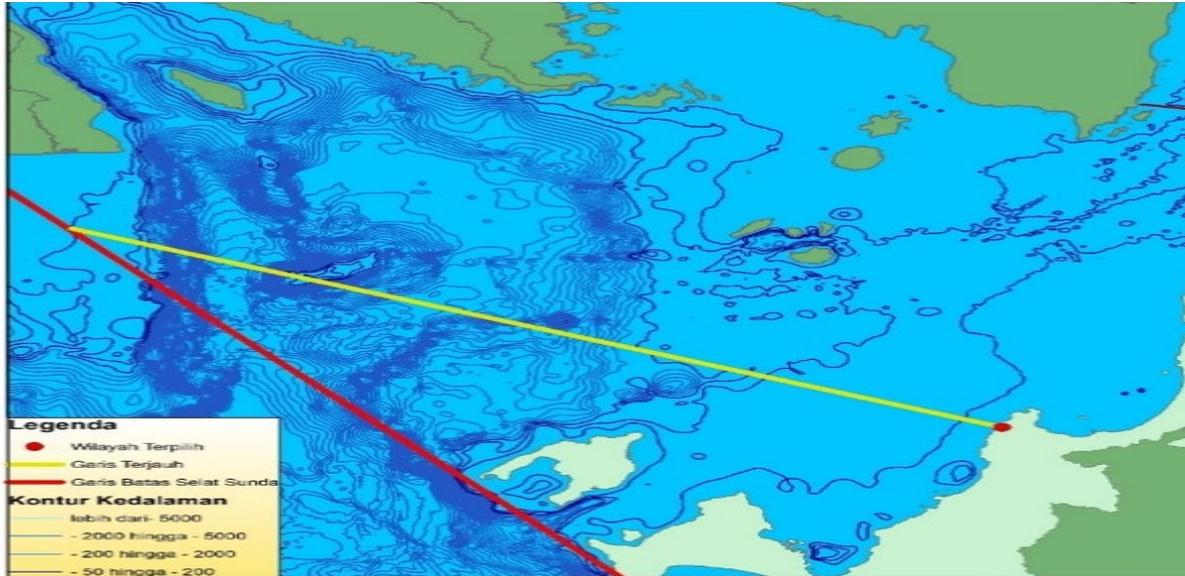
5. Perhitungan Spesifikasi

Berdasarkan jarak pendeteksian yang dibutuhkan maka dapat ditemukan parameter awal untuk perhitungan spesifikasi antara lain.

Tabel 2. Matriks hasil lokasi tertinggi.

Kecamatan	Kondisi	Lokasi		
		X	Y	
Panimbang	Tutupan Lahan Perkebunan, Kemiringan Miring hingga Curam, 500m Akses Jalan, 400m Jarak Laut	125 m	105° 38' 19,691" E	6° 30' 42,276" S
Panimbang	Tutupan Lahan Perkebunan, Kemiringan Miring hingga Curam, 500m Akses Jalan, 350m Jarak Laut	59 m	105° 37' 46,887" E	6° 31' 44,584" S
Carita	Tutupan Lahan Perkebunan, Kemiringan Sedikit miring hingga miring,	54 m	105° 50' 26,214" E	6° 17' 29,740" S

Sumber: diolah peneliti, 2019



Gambar 4. Proyeksi Jarak Jangkauan
Sumber: Diolah oleh Peneliti, 2019

Frekuensi dan panjang gelombang merupakan nilai yang didapat berdasarkan jarak jangkauan yang dibutuhkan, sedangkan Radar Cross Section (RCS) merupakan kemampuan dari target untuk dapat memantulkan kembali sinyal radar ke arah sumber dari gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh Radar Transmitter¹⁷. RCS dalam penelitian ini mengacu pada tabel Williams/Cramp/Curtis: *Experimental study of the radar cross section of maritime targets* dengan nilai perkiraan

20 – 800 m² dengan target adalah *small coaster*.

Untuk mendapatkan nilai spesifikasi untuk radar maka parameter akan mengacu berdasarkan persamaan radar yaitu

$$S/N = \frac{Pt.G^2.\lambda^2.\sigma}{(4\pi)^3.R^4.K.Ts.Bn.L}$$

Dimana diketahui:

K (Boltzman Konstant) = $1,38 \times 10^{-23}$ W/Hz

Ts (System Noise Temperature) = 9500K

Bn (Noise Bandwidth of Receiver) = 100 kHz / 1×10^5 Hz

¹⁷ Felix S. Purnomo, & Romie O. Bura. "Optimasi Aerodinamika-Radar Cross Section (RCS) pada Sayap Cropped Delta dengan Metode Design of Experiments (DOE) dan Multi Objective

Genetic Algorithm (MOGA)", Jurnal Inovasi Pertahanan dan Keamanan, Vol.01, No.01, 2018. hlm.38–48.

Tabel 3. Parameter spesifikasi awal.

Variable	nilai
Frekuensi (f)	12 MHz
Panjang Gelombang (λ)	25 m/s
Radar Cross Section (σ)	20 m ²
Jarak antar element (d)	12,5 m
Beamwidth (Θ)	HPBW dalam horizontal <ul style="list-style-type: none"> • 1° • 5° • 10° HPBW dalam vertical 80°
Jarak (r)	116400 m
Jenis Antena	Array
Bandwidth	100 kHz

Sumber: diolah peneliti, 2020

Nilai Signal to Noise adalah 10 dB, dimana nilai ini merupakan probability of detection / nilai minimum dari sebuah radar untuk mendapatkan nilai kembali dari pancaran gelombang transmitter dan kembali pada receiver tanpa terganggu oleh noise yang ada di permukaan bumi.

Antena array digunakan pada radar OTH Surface karena pola radiasi gelombang yang dipancarkan oleh radar dapat diubah berdasarkan Perbedaan fasa pada setiap elemen antena. Fasa tiap elemen dapat di ubah dengan membuat perbedaan panjang saluran transmisi di setiap elemen antena¹⁸. Pemilihan antena array pada radar OTH Surface sendiri dikarenakan kemampuannya yang dapat

mendeteksi secara jauh dengan directional yang diubah berdasarkan fasa sehingga lebih efisien.

Dari persamaan radar maka akan menurun menjadi beberapa rumus untuk mendapatkan parameter lainnya seperti gain, power transmitter, dan jumlah elemen. untuk melengkapi persamaan radar, harus ditentukan nilai *Gain* (G) yang dapat menggunakan nilai dari *Beamwidth* secara horizontal dan vertical. Melalui persamaan gain dalam buku *Antenna Theory*¹⁹ :

$$G_0 = \frac{30.000}{\Theta_1 \Theta_2}$$

Setelah nilai *gain* di dapatkan, maka jumlah dari elemen antena (N) yang

¹⁸ Fetricia Y. Amaelia & Hugeng, "Sistem Antena Array Paralel untuk Menghasilkan Lobe Radiasi Utama dalam Arah Bervariasi", Tesla, Vol.15, No.2, 2013. hlm. 165-184.

¹⁹ Constantine A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design* (Fourth Edition), (United States of America: John Wiley & Sons, Inc, 2016), hlm.63.

dibutuhkan dapat ditemukan dengan persamaan

$$D_o = \frac{U_{max}}{U_0} \simeq \frac{Nkd}{\pi} = 2N \left(\frac{d}{\lambda}\right)$$

Nilai N yang didapatkan merupakan hasil dari pernyataan bahwa *gain* dan Directivity bernilai sama atau $G(\theta, \phi) = e_{cd}D(\theta, \phi)$. Dimana e_{cd} sendiri adalah antenna radiasi efisiensi yang berdasarkan standar IEEE bahwa “*gain* tidak termasuk *loss* yang muncul karena ketidakcocokan impedance (reflection *loss*) dan ketidakcocokan polarisasi mismatches (*loss*).

Setelah jumlah kebutuhan elemen antenna array diketahui maka lebar wilayah yang dibutuhkan untuk menempatkan radar *OTH Surface* dapat di dapatkan melalui persamaan 4.5.

$$\text{Luas Wilayah} = N \frac{\lambda}{2}$$

Berdasarkan persamaan maka luas wilayah berdasarkan *Beamwidth* 1° adalah 325 m, 5° adalah 237m, dan 10° adalah 200 m. Luas wilayah yang telah didapati dapat digunakan pada validasi menggunakan SIG untuk mengetahui apakah lokasi yang didapat analisis kesesuaian adalah cocok atau tidak dalam penempatan radar.

Tabel 4. Spesifikasi yang dihasilkan.

No	Parameter	Keterangan
1	Tipe radar	2D – pengawasan
2	Tujuan	Deteksi target di laut
3	Tipe antena	<i>Linear Phased Array</i>
4	Jenis minimal target	Small Coaster (200 GT)
5	Rentang frekuensi	12 MHz
6	Lebar <i>Beamwidth</i>	1° 5° 10°
7	<i>Gain</i>	23,59 dB - <i>Beam</i> 1° 16,6 dB - <i>Beam</i> 5° 15,74dB - <i>Beam</i> 10°
8	<i>Power Transmitter</i>	4,92 W - <i>Beam</i> 1° 3,68 W - <i>Beam</i> 5° 3,27 W - <i>Beam</i> 10°
9	<i>Power Receiver</i>	0,37 W - <i>Beam</i> 1° 0,015 W - <i>Beam</i> 5° 0,01 W - <i>Beam</i> 10°
9	Jumlah antena (Tx – Rx)	2 x 24 - <i>Beam</i> 1° 2 x 17 - <i>Beam</i> 5° 2 x 15 - <i>Beam</i> 10°
10	<i>Bandwidth</i>	100 kHz
11	<i>Signal to Noise</i>	10 dB
12	Lebar kebutuhan wilayah	325 m - <i>Beam</i> 1° 237,5 m - <i>Beam</i> 5° 200 m - <i>Beam</i> 10°

Sumber: diolah peneliti, 2020

Setelah seluruh variable dari persamaan radar dapat terkumpul. Berikut ini merupakan keseluruhan spesifikasi teknis yang didapat dalam penelitian ini.

Kesimpulan

Berdasarkan Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan bahwa Kelayakan penempatan Radar OTH Surface yang dilakukan pada wilayah penelitian dapat dilakukan. Hal ini karena Analisis kesesuaian yang dilakukan menggunakan SIG pada wilayah tersebut menghasilkan lokasi dengan tingkat kesesuaian tertinggi yang berada di Kecamatan Ciwandan, Lebak.

Radar OTH Surface juga layak untuk dapat diterapkan sebagai radar pertahanan laut di perairan Selat Sunda berdasarkan hasil penelitian lanjutan yang menghasilkan spesifikasi teknis radar berdasarkan jarak kebutuhan yang di ukur dari lokasi hasil Analisis Kesesuaian Lahan.

Daftar Pustaka

Buku

Balanis, C., *Antenna Theory: Analysis and Design (Fourth Edition)*, (United States of America: John Wiley & Sons, Inc, 2016), hlm.63.

Herriott, S. R., *Feasibility Analysis for Sustainable Technologies: An Engineering-Economic Perspective*, (United States of America: Business Expert Press, 2015), hlm.2.

Pramadi, Noor., *Radar dan Stealth (edisi 2)*, (Jakarta: TNI, 2019), hlm. 105.

Saaty, Thomas L., *Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process*, (United States of America: Springer, 2012).

Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, (Bandung: AIFABETA, 2007).

Jurnal

Domenikiotis, C., Dalezios, N. R., & Faraslis, I., "GIS-based weather radar siting procedure in mountainous terrain", *Physics and Chemistry of the Earth*, 35(1-2), 2010. hlm. 35-42. Sudini, L. P., "Penetapan Alur-Alur Laut Kepulauan Menurut Konversi Hukum Laut 1982", *Jurnal Hukum & Pembangunan No.3*, 2002. hlm. 303-327.

Maulidah, Siti., "Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Kabupaten Bangkalan Dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis", 255(0341), 2012. hlm. 1-11.

Amaelia, Fetricia., "Sistem Antena Array Paralel untuk Menghasilkan Lobe Radiasi Utama dalam Arah Bervariasi", *Tesla*, Vol.15, No.2, 2013. hlm. 165-184.

Purnomo, Felix Surya., "Optimasi Aerodinamika-Radar Cross Section (RCS) pada Sayap Cropped Delta dengan Metode Design of Experiments (DOE) dan Multi Objective Genetic Algorithm

(MOGA)", Jurnal Inovasi Pertahanan dan Keamanan, Vol.01, No.01, 2018. hlm.38–48.

Liu, Yonggang., "Assessment of CODAR seasonde and WERA HF radars in mapping surface currents on the west Florida shelf", Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 31(6), 2014. hlm. 1363–1382.

Mustari, Basri., "Strategi pertahanan laut nusantara dalam mewujudkan indonesia sebagai poros maritim dunia". Jurnal Prodi Strategi Perang Semesta, Vol.04, No.02, 2018. hlm.17–36.

Peraturan

Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Udara Nomor SKEP/113/VI/2002 tentang Kriteria Penempatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan.

Peraturan Menteri Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 18/Permen-Kp/2014

Website

Sihite, Jessica., "Dunia Perlu Atasi Illegal Fishing", dalam <https://mediaindonesia.com/read/detail/109905-dunia-perlu-atasi-illegal-fishing>, 20 Juni 2017, diakses pada 07 Februari 2020.

Sucipto., (2015). "Perkuat Pengawasan Laut, Bakamla Siapkan Radar OTH", dalam <https://nasional.sindonews.com/read/1076714/14/perkuat-pengawasan-laut-bakamla-siapkan-radar-OTH-1452679425>, 13 Januari 2016, diakses 18 Agustus 2019

