

Analisis Pemilihan Underwater Surveillance System Guna Peningkatan Deteksi Dini Kapal Selam di Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI II)

Pranaditya Mirza S^{1*}, Benie Hermawan², Mostein Adi P³
¹⁻³Akademi Angkatan Laut, Indonesia

Alamat: Bumimoro, Morokrembangan, Surabaya, Jawa Timur, 60178, Indonesia
Korespondensi Penulis : pmirza_suud@gmail.com*

Abstract. *This study examines the selection of an optimal underwater monitoring system for early detection of submarines in the ALKI II region. ALKI II is known as a strategic area that requires intensive monitoring to protect maritime security and national interests. The main focus of the study is to analyze various technical, operational, and economic factors that influence the selection of an underwater monitoring system. Through a comprehensive analysis approach, this study considers the detection capability, resolution, and adaptability of the diverse marine environment in the ALKI II region. Various types of underwater monitoring systems are evaluated, including passive sonar, active sonar, and visual monitoring systems. Passive sonar uses sound signal reception from targets, while active sonar sends signals and detects the reflected signals. Visual monitoring systems rely on cameras and other optical equipment. The decision to select a system is based on a thorough analysis of the advantages and disadvantages of each system. Passive sonar, for example, excels in quiet environments but may be less effective in high sea noise. On the other hand, active sonar may be more accurate but can be detected by submarines equipped with anti-sonar technology. This study provides useful guidance for decision makers in determining the optimal underwater monitoring system for the ALKI II region. By considering technical, operational and economic factors, it is hoped that the results of this research can improve early detection capabilities for submarines and strengthen maritime security in the region.*

Keywords: *Underwater Monitoring System, Early Detection, Submarine*

Abstrak. Penelitian ini mengkaji pemilihan sistem pemantauan bawah air yang optimal untuk mendeteksi dini keberadaan kapal selam di wilayah ALKI II. ALKI II dikenal sebagai daerah strategis yang membutuhkan pemantauan intensif untuk melindungi keamanan maritim dan kepentingan nasional. Fokus utama penelitian adalah menganalisis berbagai faktor teknis, operasional, dan ekonomis yang memengaruhi pemilihan sistem pemantauan bawah air. Melalui pendekatan analisis komprehensif, penelitian ini mempertimbangkan kemampuan deteksi, resolusi, dan adaptabilitas lingkungan laut yang beragam di wilayah ALKI II. Berbagai jenis sistem pemantauan bawah air dievaluasi, termasuk sonar pasif, sonar aktif, dan sistem pemantauan visual. Sonar pasif menggunakan penerimaan sinyal suara dari target, sedangkan sonar aktif mengirimkan sinyal dan mendeteksi pantulan kembali. Sistem pemantauan visual mengandalkan kamera dan peralatan optik lainnya. Keputusan pemilihan sistem didasarkan pada analisis menyeluruh terhadap kelebihan dan kelemahan masing-masing sistem. Sonar pasif, misalnya, menonjol dalam lingkungan yang tenang tetapi mungkin kurang efektif dalam kebisingan laut yang tinggi. Di sisi lain, sonar aktif mungkin lebih akurat tetapi dapat terdeteksi oleh kapal selam yang dilengkapi dengan teknologi anti-sonar. Penelitian ini memberikan panduan yang berguna bagi pembuat keputusan dalam menentukan sistem pemantauan bawah air yang optimal untuk wilayah ALKI II. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor teknis, operasional, dan ekonomis, diharapkan hasil penelitian ini dapat meningkatkan kemampuan deteksi dini terhadap kapal selam dan memperkuat keamanan maritim di wilayah tersebut.

Kata kunci : Sistem Pemantauan Bawah Air, Deteksi Dini, Kapal Selam

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan luas perairan sebesar 5.900.000 km² dari 8.300.000 km² total luas wilayah negara, yang berarti perairan Indonesia adalah 2/3 dari seluruh wilayahnya. Selain itu posisi geografis Indonesia sangat strategis di antara dua samudera (Pasifik dan Hindia) dan dua benua (Asia dan Australia). Terlebih lagi

Indonesia memiliki empat choke points yang menjadi jalur pelayaran internasional (Selat Lombok, Selat Ombai, Selat Malaka, dan Selat Sunda). Posisi geografis Indonesia yang berbatasan dengan sepuluh negara ini memiliki peran penting sebagai mediator pelayaran internasional yang kita kenal sebagai Sea Line of Communication atau SLOC dan Sea Line of Trade atau SLOT (Marsetio, 2018). Secara oceano-geografis Indonesia memiliki empat dari tujuh jalur pelayaran internasional lalu lintas damai, yaitu Selat Malaka, Selat Sunda, Selat Makassar-Lombok dan Selat Ombai-Wetar, di samping tiga lainnya yaitu Terusan Suez di Mesir, Terusan Panama serta selat Gibraltar yang terletak diantara Spanyol dan Maroko (Sitohang J, 2008). Empat dari tujuh jalur pelayaran Internasional yang terdapat di perairan Indonesia tersebut merupakan jalur lalu lintas pelayaran paling ramai dan tepat berada pada jalur ALKI.

Kapal asing yang sedang melakukan pelayaran internasional dalam melaksanakan hak lintas melalui ALKI baik kapal niaga maupun kapal perang dapat melintas tanpa harus meminta izin terlebih dulu kepada pemerintah Indonesia. Termasuk kapal selam asing juga dapat melintas tanpa harus meminta izin kepada pemerintah Indonesia. Hal ini mengakibatkan ancaman bawah air menjadi sesuatu yang seharusnya ditanggapi dengan serius. Berbagai negara di Asia terus mengembangkan kapal selam dengan membuatnya lebih sulit terdeteksi, rendah noise, dan dipersenjatai torpedo dan misil dengan jarak jangkauan yang lebih jauh. Di tahun 2006 kapal selam di Asia Pasifik berjumlah 170 unit (88% dari seluruh kapal selam di dunia). Terlebih lagi jumlah kapal selam diprediksi akan meningkat secara signifikan selama satu dekade kedepan (Till, 2010). Dikarenakan banyaknya negara di Asia Pasifik yang mengembangkan kapal selamnya menjadi alasan yang kuat bagi Indonesia untuk mengadakan pengawasan lintas laut bawah air di daerah yang pasti akan sering di lewati kapal selam negara asing yaitu ALKI. Selain kapal selam, saat ini berbagai jenis kendaraan bawah air tanpa awak sudah mulai dikembangkan di berbagai negara maju dunia. Pelaksanaan pengawasan lintas laut bawah air oleh angkatan laut selama ini terbatas hanya dengan menggunakan teknologi hull mounted sonar (HMS) kapal perang permukaan dan sistem sonar kapal selam. Kendala HMS dalam mendeteksi kontak bawah air muncul ketika kondisi lingkungan bawah air (temperatur, salinitas, kedalaman laut, bentuk dan kondisi dasar laut) menyebabkan terbentuknya lapisan shadow zone yang dapat dimanfaatkan kapal selam untuk bersembunyi karena gelombang suara yang dipancarkan HMS sulit menembus lapisan tersebut (Harianto, 2020). Sedangkan dengan tenggelamnya KRI Nanggala, TNI AL hanya memiliki empat kapal selam yang kemampuan operasinya sangat terpengaruh oleh kesiapan teknis dan personel. Maka solusi

yang dapat dilakukan adalah dengan memilih underwater surveillance system yang mumpuni untuk di gunakan di ALKI.

2. METODE

Didalam penelitian ilmiah membutuhkan suatu metode penelitian yang sistematis sehingga dapat digunakan sebagai acuan oleh penulis dalam melaksanakan penelitian. Penelitian adalah serangkaian Langkah yang dilaksanakan untuk menemukan solusi dari suatu masalah melalui proses pengumpulan dan pengolahan data yang kemudian dianalisis dan diinterpretasikan. Sedangkan metode penelitian adalah Langkah-langkah yang ditempuh dalam memecahkan permasalahan dengan menggunakan pendekatan secara menyeluruh terhadap proses penelitian yang akan dilakukan. Berdasarkan fokus dan tujuan penelitian, penulis memutuskan untuk menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif yang diterapkan pada metode analisis AHP untuk mencari prioritas utama di dalam pemilihan underwater surveillance system yang tepat dan dapat digunakan di Indonesia secara efektif dan efisien. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang merupakan metode penelitian data berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik. Kuantitatif merupakan suatu penelitian yang menjelaskan masalah yang hasilnya dapat digeneralisasikan.

Sumber data dalam penelitian ini adalah berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil wawancara dan kuesioner beberapa expert terpilih. Para expert tersebut akan memberikan informasi yang dijadikan sumber data utama dalam tahap awal pengembangan penelitian. Responden yang terlibat dalam penelitian ini adalah Komandan Satuan Kapal Selam Koarmada II, Komandan Satuan Ranjau Koarmada II, Komandan KRI Nagapasa-403, Komandan KRI Ardedali-404, Komandan KRI Alugoro-405, Pasharmat Satsel Koarmada II. Data tersebut digunakan untuk mengidentifikasi kondisi saat ini serta sebagai data awal dalam melaksanakan penelitian. Sedangkan data sekunder diperoleh dari studi ilmiah, studi kepustakaan dan makalah lainnya. Pemanfaatan data ini merupakan pilihan yang tepat bagi penulis yang memiliki keterbatasan sumber daya dan waktu

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Penelitian

Di dalam pembahasan kali ini akan membahas tentang pertimbangan apa saja yang perlu diperhatikan dalam pemilihan *Underwater Surveillance System* (USS), karakteristik ALKI II yang meliputi 4 *choke points* yang ada di dalam area ALKI II, perkembangan kapal

selam yang ada di negara kawasan, serta penjelasan mengenai USS yang akan menjadi alternatif pemilihan antara lain SOSUS (*Sound Surveillance System*), *Harbour Defence*, dan UUV (*Unmanned Underwater Vehicle*).

a. Karakteristik perairan di ALKI II antara lain sebagai berikut :

Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) adalah wilayah perairan yang terbentuk berdasarkan ketentuan yang ada dalam *United Nations Convention on the Law of the Sea* (UNCLOS) yang mulai berlaku pada tahun 1982. ALKI mencakup segmen perairan Indonesia yang terletak di antara garis batas terluar yang menghubungkan titik-titik ujung terjauh dari pulau-pulau Indonesia yang tersebar di sepanjang wilayah laut timur dan selatan. Sebagai negara kepulauan, Indonesia mengklasifikasikan ALKI menjadi tiga bagian yang berbeda, yaitu Alur Laut Kepulauan Indonesia I, II, dan III. Indonesia memiliki hak untuk menetapkan batas-batas teritorial di dalam wilayah lautnya, termasuk dalam konteks ALKI. Menurut Buzan, B., & Wæver, O. (2003) dalam bukunya yang berjudul *The Structure of International Security* ancaman dibagi menjadi dua yaitu ancaman *state* dan *non-state*. Ancaman *state* adalah ancaman yang berasal dari negara lain yang melibatkan tindakan atau kebijakan yang diambil oleh suatu negara dan dapat membahayakan kepentingan negara lain, ancaman ini berupa ancaman militer atau politik. Sedangkan ancaman *non state* adalah ancaman yang berasal dari entitas yang bukan negara dan melibatkan kelompok teroris, organisasi kriminal transnasional, kelompok pemberontak, atau individu yang bertindak di luar kerangka negara.

Tabel 1. Daftar Pelanggaran Wilayah Perairan Indonesia.

NO	PELANGGAR	2018	2019	2020	2021	2022	TOTAL
1	Kapal Perang	5	4	6	4	2	21
2	Kapal Pemerintah	2	4	14	2	10	32
3	Kapal Survei	1	2	1	0	0	4
4	Kapal Niaga/MT	0	1	1	0	4	6
5	Kapal Ikan Asing	4	18	65	0	1	88
6	Pesawat Udara	0	3	0	0	1	4
7	Drone	0	0	0	0	1	1
8	Kapal Lain	0	2	1	0	0	3
	Jumlah	12	34	88	6	19	159

Sumber: Staf Operasi Mabes TNI Angkatan Laut Tahun 2022.

Pada tabel 1 menunjukkan bahwa selama kurun waktu tahun 2018 sampai dengan 2022 telah terjadi beberapa kali pelanggaran wilayah perairan Indonesia yang dilakukan oleh beberapa negara. Data tersebut menjelaskan bahwa jenis ancaman *state* merupakan ancaman nyata bagi Indonesia. Hal ini dapat diminimalisir dengan adanya sistem deteksi bawah air pada wilayah ALKI II yang dapat memantau ancaman yang datang dari bawah laut.

Untuk menghadapi berbagai ancaman dan perkembangan strategis saat ini khususnya di Alur Laut Kepulauan Indonesia II, TNI Angkatan Laut telah membangun *Integrated Maritime Surveillance System* (IMSS). IMSS merupakan suatu sistem pengawasan dan pemantauan maritim yang telah terintegrasi, mampu menggabungkan berbagai teknologi seperti radar, kamera dan sistem *Automatic Identification System* (AIS) yang digunakan untuk memantau semua aktivitas kapal di laut. Namun demikian, IMSS yang sudah terpasang masih terdapat beberapa kekurangan, diantaranya adalah jangkauan pengawasan yang relatif pendek, keterbatasan sumber daya manusia pengawak, banyaknya kondisi teknis IMSS yang rusak atau tidak siap, serta membutuhkan biaya yang tinggi dalam perawatan terutama jika terjadi kerusakan. Selain itu, IMSS yang sudah terpasang di wilayah barat dan tengah belum dapat memantau seluruh wilayah perairan Indonesia.



Gambar 1. Gelar IMSS Indonesia

Sumber: Peraturan Kasal No 22/II2009 tentang gelar IMSS Indonesia

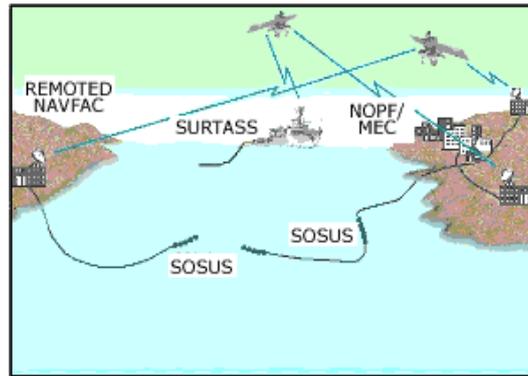
Berdasarkan hasil pencarian, ditemukan informasi mengenai penemuan sebuah *underwater glider* atau *drone* bawah air di perairan Indonesia yang diduga berasal dari China. Drone bawah air tersebut ditemukan oleh seorang nelayan di dekat Pulau Selayar, Sulawesi Selatan pada bulan Desember 2020. Drone bawah air tersebut memiliki bentuk seperti torpedo dengan sayap dan antena di bagian belakang, dan diduga merupakan jenis Haiyi atau "sea wing" yang dibuat oleh China. Drone bawah air ini biasanya digunakan untuk melakukan penelitian ilmiah pada lingkungan bawah air, namun informasi yang diperoleh juga dapat berguna untuk operasi militer, terutama dalam perang anti-kapal selam dan anti-kapal permukaan. Penemuan drone bawah air ini memicu kekhawatiran mengenai aktivitas China di wilayah perairan Indonesia dan penggunaannya untuk tujuan intelijen atau survei ilegal. Dengan keterbatasannya alat deteksi bawah air yang dimiliki Indonesia saat ini yang hanya bergantung kepada *Hull Mounted Sonar* (HMS) yang dimiliki kapal kelas Sigma dan PKR dirasa tidak mencukupi untuk

kebutuhan keamanan wilayah Indonesia maka diperlukan adanya alat deteksi bawah air yang mumpuni dan dapat digunakan secara efektif di perairan ALKI II dalam hal ini Selat Makassar.

b. SOSUS (Sound Surveillance System)

SOSUS (*Sound Surveillance System*) adalah sistem pengawasan suara bawah laut yang menggunakan pos pendengaran bawah laut yang tersebar di sepanjang Samudra Atlantik Utara. Sistem ini menggunakan teknologi sonar untuk mendeteksi dan mengklasifikasi suara dari objek di bawah laut, seperti kapal selam. Sistem ini bekerja dengan mengambil data suara dari pos pendengaran bawah laut yang tersebar di sepanjang laut, dan mengirim data tersebut ke stasiun pengumpulan data di kawasan laut. Data tersebut kemudian diproses oleh komputer dan disimpan dalam basis data. Sistem ini memiliki beberapa komponen utama, yaitu pos pendengaran bawah laut, kabel pengumpulan data, stasiun pengumpulan data, dan komputer pengolah data. Pos pendengaran bawah laut terdiri dari mikrofon yang dipasang di bawah laut, yang digunakan untuk mendeteksi suara. Kabel pengumpulan data digunakan untuk mengumpulkan data suara dari pos pendengaran bawah laut ke stasiun pengumpulan data. Stasiun pengumpulan data berfungsi sebagai pusat pengumpulan data dari pos pendengaran bawah laut, dan komputer pengolah data digunakan untuk mengolah dan menganalisis data suara tersebut. Sistem ini digunakan untuk mendeteksi dan mengklasifikasi suara dari objek di bawah laut, seperti submarin. Dengan informasi yang diperoleh, pemerintah dapat mengambil tindakan yang tepat dan mengurangi risiko yang berasal dari objek di bawah laut.

Penempatan dari sistem SOSUS tersebut akan di posisikan di choke point yang berada di ALKI II terutama di selat Lombok dimana di daerah tersebut merupakan daerah yang tepat untuk diletakkan alat tersebut. Posisi penempatan sistem SOSUS juga bisa di tempatkan di wilayah utara ALKI II, tepatnya di Selat Makassar. Untuk memonitor wilayah utara dari ALKI II penempatan posko SOSUS bisa di posisikan di Lanal Nunukan untuk di Pulau Kalimantan dan Lanal Toli Toli untuk di Pulau Sulawesi. *Expert* berpendapat bahwa dengan mengadakannya sistem SOSUS di dua sisi *Choke Points* yang terdapat di ALKI II tentunya dapat meningkatkan sistem deteksi dini bawah air secara optimal dikarenakan alur masuknya kapal asing di sisi utara dan selatan ALKI II. Dengan memiliki keadaan perairan yang memungkinkan untuk di adakan fasilitas di pesisir sebagai posko SOSUS dan juga tingkat daya tahan alat yang tinggi tentunya bisa dijadikan pertimbangan bagi TNI AL kedepannya untuk meningkatkan sisttem deteksi dini kapal selam.



Gambar 2. Mekanisme Kerja SOSUS

Sumber : NOAA sea explorer (2012)

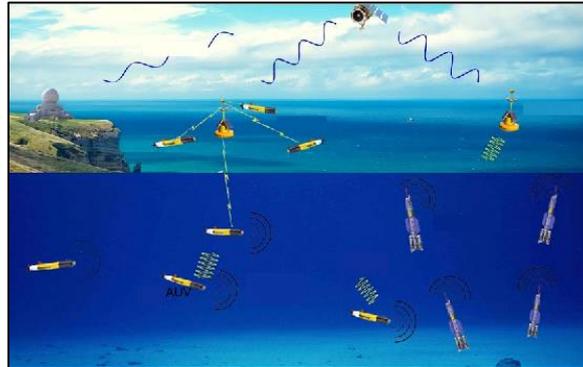
c. Harbour Defense

Harbour defence sonar adalah sistem pendeteksi dan pengklasifikasi suara di bawah laut yang digunakan untuk melindungi pelabuhan dari intruder bawah laut. Sistem ini menggunakan sonar untuk mendeteksi dan mengklasifikasi suara dari objek di bawah laut, seperti *submarine*, dan memberikan informasi tentang lokasi, kecepatan, dan arah objek tersebut. *Harbour defence* sonar dapat digunakan untuk melindungi pelabuhan dari terorisme dan kekerasan dari bawah laut, serta melindungi instalasi kritis seperti pembangkit listrik nuklir dan terminal minyak dan gas. Cara kerja *harbour defence* sonar adalah dengan mengumpulkan data suara dari objek di bawah laut menggunakan mikrofon yang dipasang di bawah laut. Data suara kemudian diproses oleh komputer dan disimpan dalam basis data. Sistem ini dapat digunakan untuk melacak pergerakan objek di bawah laut dan memberikan informasi tentang lokasi, kecepatan, dan arah objek tersebut. Harbour defence sonar dapat beroperasi secara terus-menerus selama 24 jam dan dapat disetting untuk melacak objek dengan berbagai ukuran dan kecepatan.

d. Unmanned Underwater Vehicle (UUV)

Kendaraan bawah air tanpa awak atau UUV adalah istilah yang merujuk pada kendaraan *robotic* yang didesain untuk beroperasi dibawah permukaan air tanpa kehadiran awak manusia didalamnya. Varian UUV memiliki beragam dimensi dan bentuk, menjadikannya contoh untuk berbagai keperluan seperti survey laut, pemetaan dasar laut, pemantauan ekosistem laut, dan penerapan di *sector* militer. UUV umumnya dilengkapi dengan berbagai sensor dan perangkat lainnya yang memungkinkan untuk pengumpulan data atau menjalankan tugas tertentu di lingkungan bawah air. Beberapa model UUV dapat diatur untuk menjalankan misi dengan otomatis sedangkan yang lain dapat dikendalikan dari jarak jauh oleh operator manusia. Dengan potensi yang besar, UUV menjadi solusi yang menarik bagi berbagai

aplikasi termasuk penelitian ilmiah, eksplorasi laut, dan penggunaan militer dalam hal ini untuk sistem deteksi bawah air.



Gambar 3. UUV Working Scheme

Sumber : PEN TNI AL (2013)

Hasil Analisis Data

a. Metode *Analytical Hierarchy Procces* (AHP).

Metode AHP digunakan dengan cara melakukan perbandingan berpasangan antar unsur-unsur dan disusun secara hierarki berdasarkan pemilihan atau judgement dari pembuatan keputusan dengan menlai tingkat kepentingan dari suatu kriteria. Penggunaan metode AHP akan menghasilkan suatu prioritas strategi untuk mengatasi suatu permasalahan yang ada. Permasalahan yang dibahas akan diatur kedalam suatu tingkat hierarki dan alternatif tertentu yang nantinya akan dianalisa secara sistematis dengan menggunakan berbagai pertimbangan. Data yang dikumpulkan atau diperoleh dari responden akan diolah dengan metode AHP.

Didalam Analisa pemilihan USS diperlukan berbagai kriteria yang nantinya akan mendukung didalam operasi pendeteksian kapal selam. Kriteria tersebut diperoleh dari wawancara dan diskusi dengan *expert*. Didalam penelitian ini terdapat beberapa kriteria berupa spesifikasi, kemampuan, efektifitas militer, dan biaya.

b. Penentuan Kriteria

Penentuan kriteria yang disusun untuk memilih USS diperoleh melalui diskusi dengan para *expert* dan studi pustaka dari berbagai referensi. Berdasarkan hal tersebut maka dapat dimunculkan kriteria sebagai berikut:

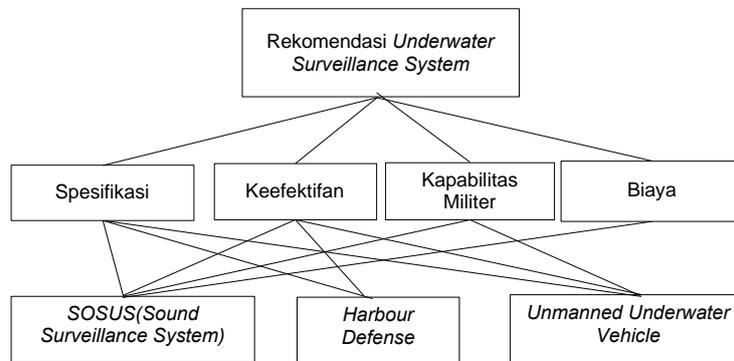
Tabel 2. Kriteria pemilihan *Underwater Surveillance System*

NO	KRITERIA	DESKRIPSI
1.	Spesifikasi	Spesifikasi teknis yang diperlukan untuk mendeteksi kapal selam, mencakup tingkat proporsionalitas sistem dengan karakteristik perairan di ALKI II
2.	Keefektifan	Sejauh mana sistem deteksi terpilih dapat efektif dalam penggunaannya di ALKI II. Hal ini mencakup kemampuan dari alat tersebut untuk mendeteksi kontak bawah air dengan karakteristik yang dimiliki perairan ALKI II
3.	Kapabilitas Militer	Mempertimbangkan sejauh mana sistem deteksi terpilih dapat didukung oleh kapabilitas militer yang ada, mencakup potensi peningkatan sumber daya manusia yang diperlukan untuk mendukung strategi yang dipilih
4.	Biaya	Aspek finansial dari sistem deteksi yang terpilih. Pertimbangan termasuk anggaran yang tersedia, biaya implementasi sistem, dan ketersediaan sumber daya yang dapat dialokasikan untuk mendukung strategi tersebut.

Sumber : data diolah oleh peneliti (2024)

c. Penyusunan Struktur Hierarki AHP

Didalam model AHP yang digunakan oleh peneliti, adalah struktur hierarki yang disusun menjadi 2 level dengan 1 goal (tujuan) yang menjadi fokus penelitian yakni “pemilihan *Underwater Surveillance System*”. Model hierarki yang disusun oleh penulis adalah sebagai berikut :



Gambar 4. Penyusunan Struktur Hierarki

Sumber : Diolah Peneliti (2024).

Didalam sistematika hierarki diatas disusun hubungan kriteria-kriteria yang terbagi kedalam tujuan (*goals*), dan kriteria. Dimana pada level 1 terbagi menjadi 4 (empat) kriteria/indikator yang diperoleh melalui brainstorming dengan para *expert*. Indikator tersebut merupakan dasar kriteria didalam menentukan *Underwater Surveillance System* yang sesuai dengan karakteristik perairan ALKI II. Pada level 2 (dua) terdapat alternatif pemilihan USS mulai dari *SOSUS(Sound Surveillance System)*, *Harbour Defense*, dan UUV.

Visualisasi data responden Perwira Satuan Kapal Selam Koarmada II yang diuraikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Daftar nama responden Perwira Satuan Kapal Selam

RESPONDEN			
NO	NAMA	PANGKAT	JABATAN
1.	Joko Ariyanto, S.H.	Letkol Laut (P)	Dan KRI Nagapasa-403
2.	M. Akbar, S.H.	Letkol Laut (P)	Dan KRI Alugoro-405

Sumber : Diolah Peneliti (2024).

Dari penilaian berdasarkan perhitungan AHP diperoleh bobot nilai terbaik yang dirata-rata dari penilaian para *expert* pada penelitian ini. Berikut adalah rata-rata nilai dari setiap kriteria dari para *expert* :

Tabel 4. Rata-rata Perangkingan Alternatif Pada Setiap Kriteria.

Perangkingan Alternatif Setiap Kriteria			
	Responden 1	Responden 2	Rata-rata
Spesifikasi	0.048765568	0.058735141	0.235781304
Keefektifan	0.05714652	0.188649376	0.138136629
Kapabilitas Mil	0.117813187	0.589540365	0.120384442
Biaya	0.188054945	0.084289853	0.213479258

Sumber : Diolah Peneliti (2024).

Prioritas kriteria yang pertama adalah Spesifikasi dengan bobot rata-rata 0.235781304, sedangkan prioritas kriteria berikutnya adalah biaya dengan bobot rata-rata 0.213479258, selanjutnya kriteria keefektifan dengan bobot rata-rata 0.138136629, kriteria kapabilitas militer dengan bobot rata-rata 0.12038442.

Hasil prioritas tersebut diolah dan dinormalisasikan guna memperoleh alternatif kriteria yang tepat guna dapat dilaksanakan pemilihan *Underwater Surveillance System*(USS).

Tabel 5. Rata – rata perangkingan alternatif pilihan

Perangkingan Alternatif Setiap Kriteria				
	Resp 1	Resp 2	Rata-rata	Rangking
SOSUS	0.5457826	0.6423932	0.426787008	1
HARBOUR DEFENSE	0.4821022	0.3239376	0.215970585	3
UUV	0.321455	0.589540365	0.373281999	2

Sumber : Data diolah oleh peneliti (2024)

Setelah dilaksanakan normalisasi dari setiap kriteria diperoleh alternatif pemilihan *Underwater Surveillance System* (USS) yang sesuai dan dapat digunakan di Indonesia. Alternatif dengan nilai bobot tertinggi diperoleh *Sound Surveillance System* (USS) dengan bobot rata-rata 0.426787008, selanjutnya adalah *Unmanned Underwater Vehicle* (UUV) dengan bobot rata-rata 0.373873627, dan alternatif yang terakhir adalah *Harbour Defense* dengan bobot rata-rata 0.215970585.

Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan diskusi dari berbagai *expert* kapal selam dari satuan Kapal Selam Koarmada II mengenai alternatif pilihan *Underwater Surveillance System* yang akan digunakan baik SOSUS, *Harbour Defense*, dan UUV bergantung pada apakah Indonesia memiliki spesifikasi yang signifikan untuk diaplikasikan di perairan ALKI II, perlu adanya pertimbangan dan analisa tambahan guna menentukan *Underwater Surveillance System* untuk dipilih oleh TNI AL dalam mendeteksi masuknya kapal selam. Hasil yang telah didapat oleh peneliti setelah melaksanakan penelitian dan perhitungan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), rekomendasi *Underwater Surveillance System* yang mampu digunakan oleh TNI AL untuk mendeteksi kapal selam di ALKI II dengan mempertimbangkan kriteria – kriteria yang ada adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Bobot rata-rata dari setiap kriteria

No	Kriteria	Bobot
1	Spesifikasi	0.235781304
2	Keefektifan	0.138136629
3	Kapabilitas Militer	0.120384442
4	Biaya	0.213479258

Sumber : Data diolah oleh peneliti (2024)

Dari penilaian diatas menunjukkan prioritas kriteria yang pertama adalah Spesifikasi, dimana dalam pendeteksian kapal selam membutuhkan spesifikasi yang mumpuni untuk dapat melaksanakan tugasnya yaitu mendeteksi kapal selam secara efektif. Sedangkan pada prioritas yang kedua, biaya yang dimaksud adalah mempertimbangkan biaya yang digunakan untuk operasional dari alternatif yang digunakan untuk mendeteksi kapal selam dalam jangka waktu yang lama.

Prioritas kriteria ketiga adalah keefektifan, dimana efektifitas dari USS akan memberikan gambaran dari lokasi kapal selam secara cepat dengan mempertimbangkan kondisi meteorologi yang ada di ALKI II. Hal ini penting dikarenakan apabila sebuah kontak kapal selam dapat dideteksi sedini mungkin, maka kita dapat melakukan identifikasi dan tracking dari kapal selam tersebut. Prioritas kriteria yang keempat adalah kapabilitas militer dari pengawak alternatif yang ada. Dalam hal ini membahas intelegensi dan fasilitas yang dapat mendukung sistem USS terpilih.

Dari penilaian kriteria diatas akan mengerucut pada Analisa alternatif pemilihan *Underwater Surveillance System*. Berdasarkan diskusi dengan para *expert* Kapal Selam

Koarmada II didapatkan 3 alternatif pemilihan USS yang memiliki spesifikasi dan kemampuan sesuai dengan alternatif kriteria yang digunakan oleh peneliti. Selanjutnya dilaksanakan validasi data dengan menggunakan *Analytical Hierarchy Process*(AHP) sehingga diperoleh prioritas alternatif pemilihan dengan urutan prioritas alternatif yang pertama adalah SOSUS dengan bobot 0.426787008, dilanjutkan prioritas alternatif yang kedua adalah UUV dengan bobot 0,373281999, dan prioritas alternatif yang terakhir merupakan *Harbour Defence* dengan bobot 0,215970585.

4. KESIMPULAN

Setelah dilaksanakan penelitian, analisis, pengolahan data, dan interpretasi maka diperoleh kesimpulan bahwa didalam Analisa pemilihan *Underwater Surveillance System* (USS) memerlukan berbagai pertimbangan dan kriteria dimana kedepannya USS tersebut diharapkan akan memberikan perubahan yang signifikan dalam pendeteksian kapal selam oleh TNI AL terutama di perairan ALKI II yang saat ini masih belum ada sistem deteksi yang beroperasi. Berbagai pertimbangan dan Analisa tersebut dilaksanakan melalui brainstorming, dengan para *expert* satuan Kapal Selam Koarmada II yang diharapkan akan memiliki validasi data yang akurat dan dapat digunakan sebagai salah satu pertimbangan didalam memilih *Underwater Surveillance System*.

Untuk meningkatkan nilai validasi data di dalam penelitian dilaksanakan pengolahan data menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang terbagi atas lima kriteria pemilihan dan tiga kriteria alternatif pemilihan. Lima kriteria tersebut antara lain spesifikasi, keefektifan, kapabilitas militer, dan Biaya dengan tiga alternatif pilihan USS yakni *Sound Surveillance System* (SOSUS), *Harbour Defence*, dan *Unmanned Underwater Vehicle* (UUV). Setelah dilaksanakan pengumpulan dan perhitungan data dengan menggunakan aplikasi excel dan metode AHP diperoleh prioritas alternatif pemilihan dengan urutan prioritas alternatif yang pertama adalah SOSUS dengan bobot 0.426787008, dilanjutkan prioritas alternatif yang kedua adalah UUV dengan bobot 0,373281999, dan prioritas alternatif yang terakhir merupakan *Harbour Defence* dengan bobot 0,215970585.

Berdasarkan prioritas alternatif tersebut SOSUS merupakan USS yang memiliki kemampuan yang paling mendekati dengan yang diharapkan oleh narasumber dikarenakan spesifikasi yang reliable dengan kondisi perairan ALKI II, dimana SOSUS merupakan sensor bawah air yang diletakkan di dasar laut kedalaman mencapai 250 meter dan mampu memancarkan gelombang sejauh 60 NM. Dengan memiliki efektifitas yang tinggi dikarenakan hanya membutuhkan pos pantau di daerah pesisir untuk mengolah data yang direkam secara

real time dan dapat langsung di broadcast ke Kodal dengan cepat. Selain itu, untuk operasional dari SOSUS meliputi biaya dan kapabilitas militer, sangat menguntungkan bagi TNI AL dikarenakan biaya operasi yang murah dengan memiliki sistem operasi yang mudah digunakan, tentunya akan menjadi sistem pendeteksi kapal selam yang dapat digunakan seefektif dan seefisien mungkin.

Dihubungkan dengan teori yang relevan di bab 2, SOSUS merupakan salah satu *Underwater Surveillance System (USS)* yang digunakan untuk Peperangan Anti Kapal Selam, dimana peperangan kapal selam sendiri membutuhkan sensor yang akurat untuk menentukan posisi dari kapal selam tersebut. Dan para *expert* menyetujui bahwa SOSUS memiliki kelebihan khusus dibanding USS yang lain dikarenakan lingkungan bawah air yang dimiliki ALKI II, mendukung untuk di aplikasikannya sistem sonar yang diletakkan di dasar laut.

DAFTAR RUJUKAN

- Ainsliel. (2010). Principles of solar performance modeling. Chichester: Praxis Publishing.
- Balaka, M. Y. (2022). Metodologi penelitian kuantitatif. Bandung: Widina Bhakti Persada.
- Ferris, et al. (2017). Collaborative robotic networks for underwater surveillance: Solar, multi-sensor applications and techniques.
- Gorlacher, A., Tokler, K., & Kolkmaz. (2012). Application of combined SWOT and AHP: A case study for a manufacturing firm. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1525–1534.
- Hariato, et al. (2020). Pengaruh kondisi lingkungan terhadap kemampuan sonar KRI dalam mendeteksi kontak bawah air. *Jurnal Kelautan Indonesia: Journal of Marine Science and Technology*, 1–10.
- Marseltiol. (2018). Sela polwer Indonesia. Jakarta: Universitas Pertahanan Indonesia.
- Olktolrinol, N. (2014). Konflik Berseljarah: Runtuhnya Hindia Belanda. Ellex Media Komputindo.
- Saaty, T. (1980). The analytical hierarchy process. New York: McGraw-Hill.
- Sitolhang, J., et al. (2008). Pembatasan wilayah laut Indonesia di Laut China Selatan: Kepentingan Indonesia di perairan Natuna. Jakarta: LIPI Press.
- Sugiyono. (2013). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabet.
- Till, G. (2010). Asia rising and the maritime decline of the West. Singapore: Rajaratnam School of International Studies.
- Umam, M. (2010). Perilaku organisasi. Bandung: Pustaka Setia.