

Analisis Pemanfaatan Sistem Sosus (*Sound Surveillance System*) dalam Penegakan Hukum dan Kedaulatan Laut di Perairan ALKI I

Sugeng Subiaqto^{1*}, Mochamad Achnaf², Richard Martogi Pardede³

^{1,2,3}Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut, Indonesia

E-mail: subiaqto@gmail.com

Article Info	Abstract
Article History Received: 2025-10-07 Revised: 2025-11-13 Published: 2025-12-01	This research analyzes the utilization of the Sound Surveillance System (SOSUS) in the enhancing law enforcement and sovereignty over maritime territories in ALKI I (the Indonesian Archipelagic Sea Lane I). SOSUS, a system that employs underwater sound surveillance to use hydrophones to detect submarines and maritime activities, plays a critical role in securing Indonesia's vital sea lanes, particularly in ALKI I, which connects the Pacific Ocean and the Indian Ocean. The study examines operational challenges in detecting foreign submarines, budget limitations, and the effectiveness of SOSUS in improving security in the region ALKI I. This research employs a descriptive-analytical qualitative approach, combining expert interviews, document analysis, and SWOT analysis to provide insights into the potential of SOSUS technology. The findings indicate that SOSUS significantly contributes to strengthening maritime security, and it is crucial to implement effective strategies to optimize its use in enhancing law enforcement and safeguarding Indonesia's maritime sovereignty.
Keywords: <i>SOSUS;</i> <i>ALKI I;</i> <i>Law Enforcement;</i> <i>Sovereignty;</i> <i>Maritime Security.</i>	
Artikel Info Sejarah Artikel Diterima: 2025-10-07 Direvisi: 2025-11-13 Dipublikasi: 2025-12-01	Abstrak Penelitian ini menganalisis pemanfaatan Sistem Pemantauan Suara (SOSUS) dalam meningkatkan penegakan hukum dan kedaulatan atas wilayah maritim di ALKI I (Alur Laut Kepulauan Indonesia I). SOSUS, sistem yang memanfaatkan pemantauan suara bawah laut menggunakan hydropon untuk mendeteksi kapal selam dan aktivitas maritim, memainkan peran penting dalam mengamankan jalur laut vital Indonesia, khususnya di ALKI I, yang menghubungkan Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Penelitian ini mengkaji tantangan operasional dalam mendeteksi kapal selam asing, keterbatasan anggaran, dan efektivitas SOSUS dalam meningkatkan pengamanan di wilayah ALKI I tersebut. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan kualitatif deskriptif analitik, yang menggabungkan wawancara dengan para ahli, analisis dokumen, dan analisis SWOT untuk memberikan wawasan mengenai potensi teknologi SOSUS dan pemanfaatannya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa SOSUS berkontribusi sangat signifikan dalam memperkuat keamanan maritim, dan penting untuk menerapkan strategi yang efektif agar pemanfaatannya dapat dioptimalkan dalam meningkatkan penegakan hukum dan menjaga kedaulatan maritim Indonesia.

I. PENDAHULUAN

Perairan Indonesia, sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki kepentingan strategis yang tinggi dalam hal penegakan hukum dan kedaulatan laut. Di antara wilayah yang paling penting adalah Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) I, yang menghubungkan Samudera Pasifik dengan Samudera Hindia, serta berfungsi sebagai jalur pelayaran internasional yang sangat vital. Lebih dari 40% perdagangan dunia melalui perairan ini, menjadikannya sebagai kawasan yang rentan terhadap berbagai ancaman, seperti penyelundupan dan pelanggaran batas wilayah (Kementerian Perhubungan, 2021).

Meskipun ALKI I memegang peranan penting dalam perdagangan internasional, pengawasan dan pengamanan perairan ini menghadapi berbagai tantangan. Salah satu yang paling

signifikan adalah keterbatasan teknologi dalam mendeteksi ancaman, seperti kapal selam asing yang dapat mengancam kedaulatan Indonesia. Tidak adanya sistem yang memadai untuk mendeteksi kapal selam menjadikan pengamanan ALKI I belum optimal, sehingga memerlukan teknologi baru seperti Sistem Pemantauan Suara (SOSUS) untuk meningkatkan efektivitas pengawasan (Weir, 2006).

Sistem SOSUS, yang pada awalnya dikembangkan oleh Angkatan Laut Amerika Serikat untuk mendeteksi kapal selam musuh pada masa Perang Dingin, kini diadaptasi untuk berbagai kebutuhan keamanan maritim. Dengan menggunakan gelombang suara untuk mendeteksi objek di bawah permukaan laut, sistem ini menawarkan solusi yang lebih efisien dan efektif untuk mengatasi tantangan

pengawasan laut yang dihadapi Indonesia. Penelitian ini akan mengkaji penerapan teknologi tersebut di ALKI I (Dias et al., 2023).

Penegakan hukum maritim yang efektif di perairan Indonesia sangat bergantung pada kemampuan untuk mendeteksi dan menanggapi ancaman secara cepat. Dalam konteks ini, penerapan SOSUS di ALKI I dapat meningkatkan deteksi kapal selam dan aktivitas ilegal lainnya secara lebih real-time. Sebelumnya, teknologi sonar aktif dan pasif telah digunakan oleh beberapa negara untuk tujuan yang sama, membuktikan keberhasilannya dalam pengawasan maritim. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada potensi penggunaan SOSUS dalam konteks ini (Vozáriková et al., 2021).

Tantangan utama yang dihadapi dalam implementasi SOSUS di Indonesia adalah keterbatasan anggaran dan infrastruktur yang ada. Seiring dengan meningkatnya ancaman di kawasan ALKI I, pengadaan dan pemeliharaan teknologi ini menjadi kebutuhan yang mendesak. Namun, pengalokasian anggaran yang terbatas menjadi kendala yang signifikan dalam pengoptimalan penggunaan SOSUS. Oleh karena itu, penelitian ini juga akan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pengadaan dan pemeliharaan sistem tersebut (Pratiwi, 2020).

Selain itu, kurangnya koordinasi antarinstansi dalam pengawasan maritim di ALKI I juga menjadi salah satu masalah yang perlu diselesaikan. Instansi-instansi terkait, seperti TNI AL, Bakamla, dan KKP, perlu bekerja lebih sinergis dalam upaya pengawasan dan penegakan hukum di perairan ini. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengevaluasi strategi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kolaborasi antar instansi serta memperkuat upaya pengamanan (Listiyono et al., 2022).

Dengan tujuan untuk memperkuat kedaulatan laut Indonesia, penelitian ini juga akan mengkaji potensi penerapan SOSUS dalam meningkatkan kapasitas pengawasan dan deteksi di ALKI I. Rekomendasi yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap kebijakan maritim nasional, serta memberikan arahan yang jelas tentang bagaimana teknologi ini dapat diintegrasikan dengan kebijakan keamanan laut Indonesia (Weir, 2006).

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus untuk menggali lebih dalam tentang tantangan, potensi, dan kebijakan yang perlu diterapkan dalam

memanfaatkan SOSUS di ALKI I. Data primer dikumpulkan melalui wawancara dengan para ahli, sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen kebijakan dan literatur terkait. Teknik analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan mengintegrasikan analisis SWOT untuk mengevaluasi faktor-faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi implementasi teknologi ini (Dias et al., 2023).

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif analitik untuk memahami secara mendalam tentang penerapan Sistem Pemantauan Suara (SOSUS) dalam pengawasan maritim di ALKI I. Pendekatan kualitatif dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi fenomena sosial yang kompleks, seperti tantangan dan kebijakan dalam pemanfaatan teknologi untuk menjaga kedaulatan laut Indonesia. Penelitian ini mengandalkan wawancara mendalam dengan para ahli dan pemangku kebijakan di bidang maritim serta pengumpulan data sekunder dari dokumen kebijakan dan literatur terkait yang relevan (Creswell, 2014).

Data primer dikumpulkan melalui wawancara semi-terstruktur dengan sembilan informan yang merupakan ahli di bidang maritim dan keamanan laut. Informan dipilih menggunakan teknik purposive sampling, yang mengutamakan kualitas dan relevansi pengalaman mereka terkait dengan topik penelitian. Wawancara dilakukan secara langsung dan daring, tergantung pada ketersediaan narasumber. Setiap wawancara dipandu dengan pedoman wawancara yang telah disusun untuk menggali informasi terkait dengan tantangan pengamanan ALKI I, pemanfaatan teknologi SOSUS, serta kendala anggaran dan infrastruktur yang dihadapi (Weir, 2006).

Selain data primer, penelitian ini juga mengumpulkan data sekunder dari berbagai dokumen, seperti peraturan perundang-undangan yang berkaitan dengan penegakan hukum laut, laporan tahunan dari instansi terkait, dan publikasi ilmiah. Data sekunder ini digunakan untuk mendukung analisis data primer dan memberikan perspektif yang lebih luas tentang implementasi teknologi maritim di Indonesia. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan bantuan software NVivo, yang memungkinkan peneliti untuk mengorganisir dan menganalisis data kualitatif dengan cara yang sistematis dan terstruktur (Dias et al., 2023).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan Sistem Pemantauan Suara (SOSUS) dalam pengawasan dan penegakan hukum di perairan ALKI I. Berdasarkan hasil wawancara dengan sembilan narasumber yang terdiri dari perwira TNI Angkatan Laut, ahli teknologi maritim, dan staf dari instansi terkait, ditemukan bahwa pengawasan maritim di wilayah ALKI I masih menghadapi berbagai kendala. Salah satu masalah utama adalah terbatasnya infrastruktur deteksi kapal selam yang efektif. Para narasumber mengungkapkan bahwa meskipun teknologi sonar aktif dan pasif sudah diterapkan, masih ada kesulitan dalam mendeteksi kapal selam asing yang beroperasi di kedalaman laut yang sulit dijangkau (Weir, 2006).

Sebagian besar narasumber mengakui bahwa penerapan SOSUS, yang menggunakan sensor akustik untuk mendeteksi suara kapal selam di bawah permukaan laut, memiliki potensi besar untuk memperkuat pengamanan ALKI I. Namun, masalah anggaran dan keterbatasan infrastruktur menjadi hambatan utama dalam pengadaan dan pemeliharaan teknologi ini. Dalam wawancara, beberapa pejabat dari TNI Angkatan Laut dan Bakamla menyatakan bahwa pengadaan teknologi canggih seperti SOSUS membutuhkan biaya yang besar, sementara anggaran negara untuk pertahanan maritim terbatas. Sebagai solusi, beberapa narasumber menyarankan peningkatan kerjasama internasional dengan negara-negara yang telah mengimplementasikan teknologi serupa, serta optimasi penggunaan anggaran yang ada melalui pendekatan berbasis prioritas (Dias et al., 2023).

Selain masalah anggaran, penelitian ini juga menemukan bahwa ada tantangan teknis dalam penerapan SOSUS di perairan ALKI I. Sebagian besar narasumber menyebutkan bahwa kondisi hidro-oseanografi yang kompleks, seperti zona bayangan (shadow zone), mempengaruhi efektivitas deteksi suara di beberapa area. Meskipun teknologi SOSUS mampu mendeteksi kapal selam, keberadaan zona bayangan di kedalaman laut yang berbeda menghambat kemampuan deteksi secara maksimal. Oleh karena itu, diperlukan modifikasi dan peningkatan sistem SOSUS agar lebih efisien dalam menghadapi

kondisi perairan yang sangat dinamis ini (Vozáriková et al., 2021).

Di sisi lain, penelitian ini juga mengidentifikasi pentingnya koordinasi antar instansi dalam pengelolaan dan pemanfaatan SOSUS. Meskipun TNI AL, Bakamla, dan Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) memiliki tugas masing-masing dalam pengawasan maritim, masih terdapat kurangnya sinergi dalam operasional pengawasan laut. Banyak narasumber mengungkapkan bahwa koordinasi yang lebih intensif antara instansi-instansi ini diperlukan untuk memastikan bahwa sistem pemantauan dapat berfungsi secara optimal. Dalam beberapa kasus, kurangnya data yang terintegrasi dan saling berbagi informasi antara instansi memperlambat respons terhadap pelanggaran yang terjadi di perairan ALKI I (Pratiwi, 2020).

Akhirnya, meskipun ada berbagai tantangan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan SOSUS dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan pengamanan dan penegakan hukum maritim di ALKI I. Teknologi ini tidak hanya membantu dalam mendeteksi kapal selam yang dapat mengancam kedaulatan, tetapi juga dapat digunakan untuk memantau aktivitas ilegal lainnya, seperti penyelundupan dan perikanan ilegal. Sebagai rekomendasi, penelitian ini menyarankan agar pemerintah Indonesia segera mengalokasikan anggaran yang lebih besar untuk pengadaan dan pemeliharaan SOSUS, serta memperkuat kerja sama antar instansi dalam upaya pengawasan yang lebih efektif di perairan ALKI I. Dengan demikian, diharapkan teknologi ini dapat berperan lebih maksimal dalam menjaga kedaulatan Indonesia di laut (Listiyono et al., 2022).

B. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan Sistem Pemantauan Suara (SOSUS) dalam pengawasan maritim dan penegakan hukum di perairan Alur Laut Kepulauan Indonesia I (ALKI I). Berdasarkan data yang diperoleh dari wawancara dengan sembilan narasumber yang mewakili berbagai instansi terkait seperti TNI Angkatan Laut (AL), Bakamla, dan Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), serta kajian terhadap literatur yang relevan, ditemukan bahwa pengawasan maritim di wilayah ALKI I masih menghadapi banyak tantangan yang

menghambat efektivitas deteksi ancaman, khususnya kapal selam asing yang beroperasi di perairan strategis ini.

Salah satu temuan utama dalam penelitian ini adalah kurangnya kemampuan deteksi terhadap kapal selam asing di ALKI I. Meskipun telah diterapkan teknologi sonar aktif dan pasif, para narasumber menyebutkan bahwa sistem yang ada belum cukup efektif untuk mendeteksi kapal selam yang beroperasi di kedalaman laut tertentu. Beberapa narasumber mengungkapkan bahwa deteksi kapal selam pada kedalaman lebih dari 300 meter sangat sulit dilakukan dengan teknologi yang ada, karena keterbatasan daya jangkau alat sonar yang digunakan saat ini. Hal ini menjadi isu krusial mengingat posisi ALKI I yang merupakan jalur pelayaran internasional dan berisiko tinggi terhadap ancaman militer maupun non-militer (Weir, 2006).

Lebih lanjut, hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun teknologi SOSUS telah terbukti efektif di negara-negara lain, seperti Amerika Serikat, tantangan terbesar dalam penerapan teknologi ini di Indonesia adalah masalah anggaran. Sistem SOSUS memerlukan investasi besar, baik dalam hal pengadaan perangkat keras maupun pemeliharaan jangka panjang. Salah satu narasumber dari TNI AL menyatakan bahwa anggaran untuk sistem pertahanan maritim yang terbatas menghalangi kemampuan untuk mewujudkan SOSUS secara maksimal. Sebagai solusi, beberapa narasumber menyarankan kerjasama internasional untuk berbagi biaya dan teknologi, serta pengalokasian anggaran yang lebih besar untuk penguatan sektor pertahanan maritim Indonesia (Dias et al., 2023).

Selain itu, kendala teknis juga menjadi hambatan dalam penerapan SOSUS di perairan ALKI I. Salah satu faktor yang paling signifikan adalah kondisi hidro-oseanografi yang kompleks, terutama terkait dengan fenomena zona bayangan (shadow zone) yang menghambat efektivitas sistem sonar. Zona bayangan adalah area di mana gelombang suara yang dipancarkan oleh alat sonar terhalang oleh perubahan kedalaman laut atau suhu air. Hal ini menyebabkan sistem sonar menjadi kurang efektif dalam mendeteksi kapal selam yang beroperasi di kedalaman tersebut. Untuk itu, penelitian ini merekomendasikan untuk melakukan modifikasi terhadap

desain sistem SOSUS agar lebih mampu menyesuaikan diri dengan karakteristik perairan ALKI I (Vozáriková et al., 2021).

Meskipun teknologi SOSUS memiliki potensi yang besar, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa tanpa adanya kerjasama yang erat antara berbagai instansi pemerintah, implementasi teknologi ini akan kurang efektif. Salah satu permasalahan utama yang diidentifikasi adalah kurangnya koordinasi antarinstansi dalam pengawasan maritim. Meskipun TNI AL, Bakamla, dan KKP memiliki tugas masing-masing dalam pengelolaan laut, namun sering kali mereka bekerja dalam silo tanpa adanya sinergi yang kuat. Dalam wawancara dengan pejabat Bakamla, mereka mengungkapkan bahwa koordinasi yang buruk seringkali menghambat respon cepat terhadap ancaman yang muncul, seperti kapal selam asing atau aktivitas ilegal lainnya di laut.

Penelitian ini juga menemukan bahwa kurangnya integrasi data antara instansi yang terlibat dalam pengawasan maritim merupakan salah satu penyebab terhambatnya efektivitas sistem deteksi yang ada. Data dari sistem pengawasan yang digunakan oleh TNI AL, Bakamla, dan KKP sering kali tidak dapat dibagikan secara langsung karena perbedaan sistem dan kebijakan antarinstansi. Beberapa narasumber menyarankan agar pemerintah membangun platform yang dapat mengintegrasikan data dari berbagai sumber, sehingga informasi yang dibutuhkan dapat diperoleh dengan lebih cepat dan akurat. Dengan adanya integrasi data ini, pengambilan keputusan terkait keamanan maritim bisa dilakukan dengan lebih efisien (Pratiwi, 2020).

Dalam hal ini, salah satu solusi yang diusulkan oleh narasumber adalah penerapan sistem berbasis cloud untuk mengintegrasikan data pengawasan maritim secara real-time. Dengan sistem berbasis cloud, data yang diperoleh dari berbagai sumber, seperti sensor sonar, satelit, dan laporan patroli, dapat dikumpulkan dan diproses dalam satu platform yang mudah diakses oleh semua instansi terkait. Ini akan mempercepat respon terhadap pelanggaran atau ancaman yang muncul, serta meningkatkan efektivitas pengawasan di ALKI I yang merupakan jalur pelayaran internasional (Listiyono et al., 2022).

Selain tantangan teknis dan koordinasi antarinstansi, penelitian ini juga mengidentifikasi masalah terkait dengan sumber daya manusia yang terlatih untuk mengoperasikan teknologi pengawasan canggih seperti SOSUS. Meskipun ada sejumlah personel yang terlatih di TNI AL, namun jumlahnya masih terbatas dan tidak sebanding dengan luasnya wilayah perairan yang harus diawasi. Salah satu rekomendasi yang muncul dari hasil wawancara adalah perlunya peningkatan pelatihan bagi personel yang terlibat dalam pengoperasian sistem ini, serta pembekalan keterampilan baru dalam menggunakan teknologi terbaru untuk mendeteksi ancaman maritim.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan untuk memperkuat kerja sama internasional dalam hal pengadaan dan pengoperasian SOSUS. Negara-negara yang sudah lebih dulu mengimplementasikan teknologi ini, seperti Amerika Serikat dan beberapa negara Eropa, dapat menjadi mitra strategis bagi Indonesia dalam mengembangkan kemampuan pengawasan maritim. Kerjasama ini tidak hanya mencakup berbagai teknologi, tetapi juga dalam hal pelatihan personel dan pertukaran informasi yang berkaitan dengan ancaman maritim yang dapat mempengaruhi keamanan global (Dias et al., 2023).

Selain itu, ada kebutuhan mendesak untuk memperbaiki infrastruktur pendukung, seperti kapal patroli dan stasiun pengawasan maritim yang dapat mendukung teknologi SOSUS. Salah satu narasumber dari KKP mengungkapkan bahwa banyak kapal patroli yang tidak dilengkapi dengan teknologi terbaru yang dapat mendukung deteksi kapal selam. Oleh karena itu, perlu ada investasi besar dalam perbaikan dan modernisasi armada kapal patroli serta fasilitas pengawasan yang ada, untuk memastikan bahwa sistem SOSUS dapat beroperasi secara maksimal.

Penguatan kebijakan juga menjadi elemen penting dalam implementasi SOSUS di perairan ALKI I. Penelitian ini menemukan bahwa meskipun telah ada sejumlah kebijakan yang mendukung penguatan pengamanan laut, kebijakan-kebijakan tersebut masih perlu disempurnakan agar lebih mendukung penerapan teknologi modern. Salah satu kebijakan yang perlu diperhatikan adalah peraturan tentang koordinasi antar instansi

pengawasan maritim, yang harus diatur dengan lebih rinci agar dapat meningkatkan sinergi dalam pengawasan (Weir, 2006).

Temuan lainnya adalah bahwa meskipun SOSUS memiliki potensi untuk meningkatkan pengawasan, tantangan utamanya terletak pada kemampuan untuk menjaga keberlanjutan sistem. Pemeliharaan dan perbaikan sistem SOSUS memerlukan anggaran dan sumber daya manusia yang besar. Oleh karena itu, penelitian ini menyarankan agar pengelolaan dan pemeliharaan sistem ini dilaksanakan dengan melibatkan sektor swasta dan mitra internasional untuk mengurangi beban anggaran negara (Vozáriková et al., 2021).

Selain itu, penelitian ini juga menemukan bahwa penerapan teknologi seperti SOSUS dapat memperkuat pertahanan maritim Indonesia terhadap ancaman non-tradisional, seperti penyelundupan dan perikanan ilegal. Salah satu temuan menarik dalam wawancara adalah bahwa beberapa instansi merasa bahwa teknologi ini bisa digunakan untuk mendeteksi kapal-kapal yang melakukan aktivitas ilegal di perairan Indonesia, sehingga dapat membantu dalam penegakan hukum maritim (Listiyono et al., 2022).

Pada akhirnya, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun ada berbagai tantangan yang perlu diatasi, penerapan Sistem Pemantauan Suara (SOSUS) di ALKI I memiliki potensi besar untuk memperkuat pengawasan dan penegakan hukum maritim Indonesia. Diperlukan upaya besar dari pemerintah dan semua pihak terkait untuk mengatasi kendala yang ada, baik dalam hal anggaran, infrastruktur, maupun koordinasi antar instansi. Dengan demikian, diharapkan sistem ini dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap perlindungan kedaulatan laut Indonesia dan meningkatkan keamanan di kawasan yang sangat vital ini (Pratiwi, 2020).

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

1. Penerapan Teknologi SOSUS di ALKI I Berpotensi Meningkatkan Pengawasan Maritim. Sistem Pemantauan Suara (SOSUS) memiliki potensi besar untuk meningkatkan pengawasan maritim di perairan ALKI I, terutama dalam mendeteksi kapal selam dan aktivitas ilegal lainnya. Teknologi ini terbukti efektif di

- negara lain, namun tantangan utama yang dihadapi Indonesia adalah keterbatasan anggaran dan infrastruktur untuk implementasi penuh sistem ini.
2. Tantangan Keterbatasan Anggaran dan Infrastruktur. Salah satu kendala terbesar dalam penerapan SOSUS adalah terbatasnya anggaran untuk pengadaan dan pemeliharaan teknologi ini. Selain itu, kondisi hidro-oseanografi yang kompleks dan adanya zona bayangan (shadow zone) di perairan ALKI I menghambat efektivitas deteksi suara, memerlukan modifikasi dan peningkatan sistem untuk menyesuaikan dengan kondisi tersebut.
 3. Perlunya Koordinasi Antarinstansi dan Pengintegrasian Data. Penelitian ini menunjukkan bahwa kurangnya koordinasi antarinstansi terkait, seperti TNI AL, Bakamla, dan KKP, menghambat efektivitas pengawasan maritim di ALKI I. Diperlukan sistem yang dapat mengintegrasikan data dari berbagai instansi secara real-time agar pengambilan keputusan dapat dilakukan lebih cepat dan akurat, meningkatkan respons terhadap ancaman.
 4. Rekomendasi untuk Kerjasama Internasional dan Penguatan Infrastruktur. Untuk mengatasi tantangan anggaran dan teknis, disarankan agar Indonesia memperkuat kerjasama internasional dalam hal pengadaan teknologi dan pelatihan personel. Selain itu, investasi dalam modernisasi armada kapal patroli dan stasiun pengawasan sangat diperlukan untuk mendukung operasional SOSUS secara maksimal, memperkuat kedaulatan laut Indonesia.
- menggabungkan data dari berbagai sumber, seperti sensor sonar, satelit, dan laporan patroli. Hal ini akan memungkinkan instansi terkait untuk memperoleh data secara real-time, meningkatkan sinergi antar lembaga, dan mempercepat respons terhadap ancaman.
3. Peningkatan Kerjasama Internasional dalam Teknologi dan Pelatihan. Mengingat keterbatasan sumber daya, Indonesia perlu menjalin kerjasama internasional dengan negara-negara yang sudah mengimplementasikan teknologi SOSUS, seperti Amerika Serikat. Kerjasama ini dapat mencakup berbagi teknologi, pelatihan personel, dan pertukaran informasi terkait ancaman maritim, yang akan mempercepat adopsi dan efektivitas teknologi ini di Indonesia.
 4. Modernisasi Armada Kapal Patroli dan Penguatan SDM. Untuk mendukung efektivitas sistem SOSUS, modernisasi armada kapal patroli dan stasiun pengawasan perlu dilakukan. Selain itu, peningkatan pelatihan bagi personel TNI AL dan instansi terkait lainnya dalam pengoperasian teknologi deteksi bawah laut sangat penting. Hal ini akan memastikan bahwa sistem yang ada dapat berfungsi secara optimal dan personel yang terlibat dapat mengoperasikan teknologi dengan efisien.

DAFTAR RUJUKAN

- Bodnar, P., & Rusch, S. (2020). Underwater Acoustic Monitoring and Its Application in Maritime Security. *Journal of Ocean Technology*, 18(1), 23-38.
- Cressey, P. (2021). Maritime Surveillance in the Asia-Pacific Region: Challenges and Opportunities. *International Maritime Review*, 45(3), 59-73.
- Dias, A. R., Santos, N. P., & Lobo, V. (2023). Implementation of a Passive Acoustic Barrier for Surveillance. *Journal of Marine Technology*, 17(2), 145-158.
- International Maritime Organization (IMO). (2020). Maritime Security and the Role of Technology in Enhancing Surveillance. *IMO Annual Report*.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2021). Statistik Perdagangan Laut

- Indonesia: Menyongsong Era Perdagangan Global. *Laporan Tahunan Kementerian Perhubungan Republik Indonesia*.
- Law of the Sea Institute. (2019). Enhancing Maritime Law Enforcement with Acoustic Detection Technology. *Journal of Maritime Law and Policy*, 24(1), 112-130.
- Listiyono, Y., Prakoso, L. Y., & Sianturi, D. (2022). Strategi Pertahanan Laut dalam Pengamanan Alur Laut Kepulauan Indonesia untuk Mewujudkan Keamanan Maritim dan Mempertahankan Kedaulatan Indonesia. *Jurnal Keamanan Maritim*, 11(1), 31-49.
- Mahan, A. T. (1890). The Influence of Sea Power upon History, 1660–1783. *Project Gutenberg*.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2019). Sonar and Its Role in Maritime Security. *NOAA Technical Report*.
- Pratiwi, D. K. (2020). Keamanan Laut Wilayah Perbatasan Indonesia sebagai Bentuk Penjagaan Kedaulatan Negara. *Jurnal Politik dan Keamanan*, 12(2), 115-128.
- Till, G. (2009). Maritime Security: An Introduction. *Routledge*.
- TNI Angkatan Laut (2023). Laporan Tahunan Keamanan Maritim Indonesia 2023. *TNI AL*.
- United Nations. (1982). United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS). *United Nations*.
- Vozáriková, E., Pleva, M., Juhár, J., & Ližmár, A. (2021). Surveillance System Based on the Acoustic Events Detection. *International Journal of Acoustics and Vibration*, 26(3), 349-358.
- Weir, G. E. (2006). The American Sound Surveillance System: Using the Ocean to Hunt Soviet Submarines, 1950-1961. *Journal of Cold War Studies*, 8(4), 23-46.