

Analisis Unmanned Underwater Vehicle Explosive Ordnance Disposal Dalam Pelaksanaan Operasi Tindakan Perlawanan Ranjau Guna Mendukung Tugas TNI AL

Burhanis Hibatul W^{1*}, Rendra Hariwibowo², Rimbun Natanael³
¹⁻³Akademi Angkatan Laut, Indonesia

Alamat: Jl. Bumimoro Morokrembangan, Surabaya, Jawa Timur, 60178, Indonesia
Penulis korespondensi : burhanishwafi@gmail.com*

Abstract. *Conventional methods in Mine Countermeasures operations are becoming increasingly ineffective in today's world, especially due to the increasingly complex challenges in mine detection, classification, and neutralization. The use of Unmanned Underwater Vehicles (UUVs) has been identified as a potential solution to address these issues. This study aims to evaluate the potential use of UUVs in improving the effectiveness and safety of TPR. Through data collection and comparative analysis, the results of the study indicate that UUVs have significant potential in reducing the risk to human personnel, improving the accuracy of mine detection, and increasing overall operational efficiency. UUVs can operate in hazardous environments without putting human personnel at direct risk, and the advanced technology applied to UUVs allows for higher precision mine detection and classification compared to conventional methods. Practical implications of these findings include increased efficacy and safety in TPR, making UUVs an effective tool in improving the effectiveness and safety of naval mine countermeasures. Thus, this study contributes to the use of UUVs as an effective tool in improving the effectiveness and safety of mine countermeasures.*

Keywords: *Unmanned Underwater Vehicle, Mine Countermeasures Operations, Mine detection.*

Abstrak. Metode konvensional dalam Operasi Tindakan Perlawanan Ranjau (TPR) semakin tidak efektif digunakan pada zaman sekarang, terutama karena tantangan yang semakin kompleks dalam deteksi, klasifikasi, dan netralisasi ranjau. Penggunaan *Unmanned Underwater Vehicle* (UUV) telah diidentifikasi sebagai solusi potensial untuk mengatasi masalah ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi penggunaan UUV dalam meningkatkan efektivitas dan keselamatan TPR. Melalui pengumpulan data dan analisis komparatif, hasil penelitian menunjukkan bahwa UUV memiliki potensi signifikan dalam mengurangi risiko terhadap personel manusia, meningkatkan akurasi deteksi ranjau, dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan. UUV dapat beroperasi di lingkungan yang berbahaya tanpa menempatkan personel manusia dalam risiko langsung, dan teknologi canggih yang diterapkan pada UUV memungkinkan deteksi dan klasifikasi ranjau dengan presisi yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional. Implikasi praktis dari temuan ini mencakup peningkatan keberhasilan dan keamanan dalam TPR, menjadikan UUV sebagai alat yang efektif dalam meningkatkan efektivitas dan keselamatan dalam operasi perlawanan ranjau laut. Dengan demikian, penelitian ini memberikan sumbangan pemikiran dalam penggunaan UUV sebagai alat yang efektif dalam meningkatkan keefektifitas dan keselamatan dalam operasi perlawanan ranjau.

Kata kunci: *Unmanned Underwater Vehicle, Operasi Tindakan Perlawanan Ranjau, Deteksi ranjau..*

1. PENDAHULUAN

Adanya kesenjangan antara kondisi aktual dan harapan yang diinginkan terkait dengan pemanfaatan UUV dalam pelaksanaan tindakan perlawanan ranjau. Meskipun teknologi UUV telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir, integrasinya ke dalam strategi pertahanan laut TNI AL masih belum optimal. UUV telah menunjukkan potensi yang besar dalam berbagai aplikasi maritim, termasuk pemindaian dasar laut, pengawasan perbatasan, pemantauan lingkungan, dan tentu saja, deteksi dan penonaktifan ranjau laut. Namun, dalam

konteks operasi tindakan perlawanan ranjau, UUV dihadapkan pada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satu tantangan utama adalah kehandalan dan daya tahan UUV dalam lingkungan laut yang keras, termasuk arus laut yang kuat dan kondisi cuaca yang tidak stabil. Selain itu, UUV juga harus dilengkapi dengan sensor dan perangkat lunak yang mampu mendeteksi dan mengidentifikasi ranjau laut dengan akurasi tinggi dan menghindari kemungkinan penyebab palsu. Selain itu, integrasi UUV ke dalam operasi militer TNI AL memerlukan koordinasi yang baik dengan platform lainnya, seperti kapal permukaan dan pesawat udara untuk memaksimalkan efektivitasnya. Oleh karena itu, penelitian yang mendalam mengenai peran UUV dalam operasi tindakan perlawanan ranjau menjadi semakin penting untuk mengatasi tantangan ini dan memastikan bahwa TNI AL memiliki kapabilitas yang optimal dalam menghadapi ancaman ranjau laut. Dalam konteks geopolitik regional, penting bagi Indonesia untuk memastikan bahwa wilayah maritimnya tetap aman dan terbebas dari ancaman ranjau laut. Dalam pelaksanaan TPR dibagi menjadi dua kegiatan, yaitu TPR defensif aktif dan TPR defensif pasif. Dalam TPR defensif pasif, dilaksanakan kegiatan pemburuan ranjau (*Mine Hunting*) oleh kapal buru ranjau, penyapuan ranjau (*Mine Sweeping*) oleh kapal penyapu ranjau, dan *Explosive ordnance disposal* oleh penyelam yang memiliki kualifikasi EOD. Pentingnya memecahkan permasalahan ini tidak dapat diabaikan. Informasi yang akurat dan tepat waktu mengenai lokasi dan jenis ranjau laut memiliki dampak signifikan pada keberhasilan operasi militer TNI AL. Dengan memperdalam pemahaman tentang efektivitas UUV dalam operasi ranjau laut, penelitian ini tidak hanya akan meningkatkan kapabilitas pertahanan laut Indonesia, tetapi juga akan memperkuat keamanan maritim negara secara keseluruhan. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki implikasi strategis yang besar bagi TNI AL dan keamanan maritim Indonesia secara keseluruhan.

2. METODE

Penelitian ini mengungkap pendekatan kualitatif, sebuah metode penelitian yang bertujuan untuk merinci dan menganalisis fenomena, peristiwa, aktivitas sosial, sikap, kepercayaan, persepsi, serta pemikiran individu atau kelompok. Sifat kualitatif penelitian bersifat induktif, di mana peneliti membiarkan permasalahan muncul dari data atau memberi ruang untuk interpretasi. Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan cermat yang mencakup deskripsi dalam konteks mendetail, didukung dengan catatan hasil wawancara mendalam, serta analisis dokumen dan catatan-catatan terkait. Penelitian ini juga mengadopsi pendekatan deskriptif, yang bertujuan untuk menguraikan fenomena yang terjadi pada saat ini

atau di masa lampau. Metode ini tidak melibatkan manipulasi atau perubahan pada variabel bebas, melainkan menggambarkan kondisi yang sebenarnya.

Pemilihan metode kualitatif dipilih karena kesesuaian dengan karakteristik masalah yang telah diidentifikasi, terutama terkait dengan kemampuan penyapuan ranjau menggunakan UUV EOD untuk mendukung Tindakan Perlawanan Ranjau (TPR). Dalam konteks ini, peneliti mengidentifikasi dua variabel utama, yaitu analisis UUV EOD dalam pelaksanaan operasi TPR.

Peneliti memerlukan sumber data yang relevan dengan analisis yang akan dilakukan, yang diperoleh dari Satran Koarmada II. Selain itu, peneliti membutuhkan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder.

- a. Data Primer. Data primer merujuk pada informasi yang diperoleh secara langsung dari sumber data, yang disampaikan secara lisan atau tertulis. Sumber data ini berasal dari individu yang terlibat secara langsung atau informan yang memiliki keterkaitan dengan variabel yang sedang diinvestigasi. Narasumber yang diwawancarai adalah Komandan Satuan Kapal Ranjau Koarmada II dan Pasops Satuan Kapal Ranjau Koarmada II.
- b. Data Sekunder. Data sekunder dalam kerangka penelitian ini diperoleh dari hasil observasi peneliti dan studi pustaka. Sumber data sekunder dapat berupa gambar, tulisan, dokumen, hasil diskusi, transkrip data, catatan lapangan, hasil penelitian sebelumnya, notulen rapat, naskah pidato, deskripsi tugas pokok dan fungsi, peta, denah, bagan, organigram, serta informasi terkait bangunan atau lahan. Data sekunder yang mendukung dalam penelitian ini antara lain Konis peralatan UUV EOD untuk TPR dan data latihan penyapuan ranjau dengan menggunakan UUV EOD.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyajian Data

UUV umumnya dilengkapi dengan berbagai sensor dan perangkat lainnya yang memungkinkan mereka mengumpulkan 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 potensinya yang besar, UUV menjadi solusi yang menarik untuk berbagai aplikasi, termasuk penelitian ilmiah, eksplorasi laut dalam, dan penggunaan militer. Unmanned Underwater Vehicle, dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu AUV (*Autonomous Underwater Vehicle*) dan ROV (*Remotely Operated Vehicle*).

AUV (*Autonomous Underwater Vehicle*)

Pada saat ini AUV yang dimiliki oleh satuan ranjau Koarmada II adalah *Teledyne Gavia*. *Gavia* merupakan salah satu peralatan pada Sistem Pemburuan Ranjau yang dimiliki oleh kapal jenis MCMV Type MHV-60 kelas Pulau Fani. Peralatan ini digunakan untuk melaksanakan Underwater Surveillance, baik pada saat operasi pemburuan ranjau, operasi SAR dan berbagai tugas operasi lainnya. *Gavia* AUV merupakan satu diantara tiga AUV yang diproduksi oleh *Teledyne Gavia ehf, Islandia*. Dua jenis AUV lainnya yaitu *Osprey* dan *Sea Raptor*.

Gavia AUV memiliki beberapa fitur, antara lain *Modular, Low Logistic, Versatile* dan *Two Man Portable*. Fitur *Modularity* artinya *Gavia* merupakan peralatan yang bisa dibongkar pasang menjadi modul-modul maupun satu kendaraan utuh. Modul-modul tersebut dapat ditambah maupun dikurangi pada saat dirangkai sesuai kebutuhan misi. *Low Logistic* berarti tiap modul memiliki portable casing yang kokoh, dapat dikirim dalam bentuk modul maupun satu kendaraan utuh, serta mobilisasi yang cepat. *Versatility* memiliki makna bahwa *Gavia* dapat diluncurkan dari berbagai jenis kendaraan dan tempat, serta memiliki kemampuan untuk digunakan dalam berbagai misi. *Gavia* dapat di deploy dari pantai, RHIB, perahu kecil maupun dari kapal besar. Selain digunakan untuk operasi MCM, *Gavia* juga dapat digunakan dalam berbagai macam misi antara lain survei dasar laut, *pre-lay survey, geophysical survey, under-ice survey, Search And Rescue, Coastal defence and beach replenishment studies*.

Gavia terdiri dari beberapa modul berbentuk silinder yang dirangkai dan dikunci menjadi satu kendaraan bawah air utuh. Ujung pada setiap modul memiliki konektor elektronik berstandar militer untuk menghubungkan antar modul. Konektor ini mentransfer daya, sinyal kontrol TCP dan UDP, komunikasi remote CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*) dan data asinkron pada ethernet berkecepatan 100 Mbit/s. Akses eksternal menuju *Gavia* juga diwadahi dengan menggunakan *Wireless Local Area Network (WLAN), Global Iridium Satellite Link*, serta komunikasi dengan *acoustic transducer*.

ROV (*Remotely Operated Vehicle*)

PAP (*Poisson Auto Propulse*) atau dalam bahasa Perancis artinya ikan berpropeler. MDV ini buatan Perancis dengan merk ECA-38 mampu mengidentifikasi menggunakan kamera dan sonar dengan fungsi dasarnya sebagai alat untuk mengidentifikasi dan penghancur ranjau. Adapun ketahanan terhadap arus pasang surut pada tingkat 3, pada gelombang laut sampai level 4, kedalaman beroperasi berkisar pada kedalaman 5 - 300 M, dapat mencakup area sampai dengan 500 M, mempunyai berat 700 kg dapat bertahan di tekanan

36 bar dengan sumber tegangan 26,6 V- 32 V (VULMEN) dengan lama operasional dalam air 90 menit.

Analisis Data

Penggunaan Unmanned Underwater Vehicle dalam Tindakan Perlawanan Ranjau merupakan aspek penting dalam upaya membersihkan perairan dari ancaman ranjau laut yang membahayakan keselamatan manusia dan aktivitas kelautan. Dalam konteks ini, UUV Gavia dan UUV PAP MK IV menjadi perhatian utama karena kemampuan teknis dan operasionalnya yang menjanjikan. Penelitian ini akan menguraikan secara rinci kontribusi teknis kedua alat tersebut dalam mendukung operasi TPR, berdasarkan analisis fitur-fitur mereka serta hasil wawancara dengan personel militer yang terlibat langsung dalam penggunaan UUV dalam situasi lapangan.

a. Pengenalan tentang UUV dan TPR.

Unmanned Underwater Vehicle atau Kendaraan Bawah Air Tanpa Awak telah menjadi alat yang semakin penting dalam berbagai aplikasi kelautan, termasuk Tindakan Perlawanan Ranjau. TPR adalah serangkaian tindakan yang bertujuan untuk menemukan, mengidentifikasi, dan menonaktifkan ranjau laut yang tersebar di perairan. Ranjau laut merupakan ancaman serius bagi keamanan pelayaran dan aktivitas kelautan lainnya karena mereka dapat menyebabkan kerusakan pada kapal dan bahkan kehilangan nyawa manusia.

b. Peran UUV dalam TPR.

UUV memiliki kemampuan untuk melakukan misi pencarian, pemetaan, pengintaian, dan penghapusan ranjau laut tanpa melibatkan personel manusia secara langsung. Ini membuatnya menjadi alat yang sangat efektif dan aman dalam operasi TPR, karena mengurangi risiko bagi personel yang terlibat. Selain itu, UUV juga dapat bekerja dalam kondisi lingkungan yang ekstrim dan di daerah yang sulit dijangkau oleh kapal atau kapal selam berawak.

c. Karakteristik Teknis UUV Gavia.

UUV Gavia adalah salah satu jenis UUV yang sering digunakan dalam operasi TPR. Alat ini dikenal karena fleksibilitas dan adaptabilitasnya yang tinggi dalam berbagai misi kelautan. Desainnya yang modular memungkinkan konfigurasi yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan misi, sehingga dapat dilengkapi dengan berbagai sensor dan peralatan spesifik untuk tugas tertentu. Sensor yang sensitif memungkinkan UUV Gavia untuk mendeteksi ranjau laut dengan tingkat akurasi yang tinggi, bahkan dalam kondisi

lingkungan yang sulit sekalipun. Sistem navigasi yang akurat memastikan navigasi yang tepat dan terukur, sementara kemampuan manuver yang fleksibel memungkinkan adaptasi yang cepat terhadap situasi yang berubah-ubah di lapangan.

d. Karakteristik Teknis UUV PAP MK IV.

UUV PAP MK IV adalah varian UUV lain yang sering digunakan dalam operasi TPR. Alat ini telah terbukti efektif dalam mendeteksi, mengklasifikasikan, dan menonaktifkan ranjau laut dalam berbagai misi sebelumnya. Fitur teknis utamanya meliputi integrasi sensor yang baik, sistem navigasi yang akurat, dan sistem kontrol yang responsif. Integrasi sensor yang baik memungkinkan deteksi ranjau laut dengan tingkat keakuratan yang tinggi, sementara sistem navigasi yang akurat memastikan navigasi yang tepat dan efisien. Sistem kontrol yang responsif memungkinkan reaksi yang cepat terhadap perintah dari operator, yang sangat penting dalam situasi yang dinamis.

e. Dukungan Hasil Wawancara

Hasil wawancara dengan Narasumber yang terlibat dalam penggunaan UUV Gavia dan UUV PAP MK IV memberikan perspektif yang bernilai tambah terhadap penelitian ini. Para responden menekankan kehandalan dan kemampuan teknis dari kedua alat ini, serta kontribusi mereka dalam meningkatkan efektivitas operasi TPR. Mereka menggarisbawahi pentingnya sensor yang sensitif dan sistem navigasi yang akurat dalam mendeteksi dan menonaktifkan ranjau laut dengan aman dan efisien. Selain itu, mereka juga menyoroti fleksibilitas dan adaptabilitas dari kedua alat ini, yang memungkinkan penyesuaian dengan berbagai kondisi lapangan yang berbeda.

f. Kontribusi UUV dalam Operasi TPR

Efektivitas Deteksi dan Klasifikasi Ranjau Laut: Kemampuan teknis yang dimiliki oleh UUV Gavia dan UUV PAP MK IV telah membuktikan kehandalannya dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan ranjau laut dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sensor yang sensitif pada kedua alat ini memungkinkan mereka untuk mendeteksi ranjau bahkan dalam kondisi lingkungan yang sulit sekalipun, seperti di perairan yang dalam atau berbatu. Dengan sistem navigasi yang akurat, UUV dapat mengidentifikasi lokasi dan jenis ranjau dengan tepat, memungkinkan untuk pengambilan tindakan yang cepat dan tepat dalam menghadapi ancaman ranjau. Penghapusan Ranjau Laut dengan Aman dan Efisien: Selain kemampuan deteksi dan klasifikasi, UUV Gavia dan UUV PAP MK IV juga terbukti efektif dalam proses penghapusan ranjau laut. Dengan sistem kontrol yang responsif, alat-alat ini dapat menavigasi secara akurat di sekitar ranjau dan menonaktifkannya dengan presisi yang tinggi. Hasil wawancara menegaskan bahwa

penggunaan UUV dalam penghapusan ranjau telah mengurangi risiko bagi personel yang terlibat, karena mereka dapat menjalankan operasi tanpa harus secara langsung berinteraksi dengan ranjau yang berbahaya.

Adaptabilitas dan Fleksibilitas dalam Berbagai Kondisi Lapangan: Kesuksesan penggunaan UUV dalam operasi TPR juga ditentukan oleh kemampuan alat-alat ini untuk beradaptasi dengan berbagai kondisi lapangan yang berbeda. Dengan desain yang modular dan kemampuan manuver yang fleksibel, UUV Gavia dan UUV PAP MK IV dapat menyesuaikan diri dengan perubahan kondisi di lapangan dengan cepat dan efisien.

g. Implikasi untuk Pengembangan dan Penerapan Teknologi UUV dalam Operasi TPR

Peningkatan Efektivitas Operasional: Penggunaan UUV Gavia dan UUV PAP MK IV dalam operasi TPR telah membawa dampak positif dalam meningkatkan efektivitas operasional. Dengan kemampuan deteksi, klasifikasi, dan penghapusan ranjau yang handal, alat-alat ini telah membantu memastikan keselamatan kapal dan personel yang melintasi perairan yang terinfeksi ranjau. Selain itu, penggunaan UUV juga telah meningkatkan efisiensi operasi TPR dengan mengurangi waktu dan sumber daya yang dibutuhkan untuk pencarian dan penghapusan ranjau.

Dengan demikian, pengembangan dan penerapan teknologi UUV dalam operasi TPR memiliki implikasi yang signifikan dalam meningkatkan keamanan dan efektivitas operasional di perairan yang terancam oleh ranjau laut. Melalui penggunaan alat-alat seperti UUV Gavia dan UUV PAP MK IV, diharapkan bahwa kita dapat mengurangi dampak negatif dari ancaman ranjau dan menciptakan lingkungan kelautan yang lebih aman dan lebih berkelanjutan.

4. PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Dari hasil penelitian yang melibatkan wawancara dengan narasumber terdapat beberapa aspek kunci, yaitu:

a. Kemampuan UUV dalam Pendeteksian Ranjau

Dalam konteks penggunaan *Unmanned Underwater Vehicle* (UUV) dalam Tindakan Perlawanan Ranjau (TPR), penting untuk memahami konsep kemampuan teknis yang ditekankan oleh teori adaptasi Hersey dan Blanchard. Kemampuan teknis merujuk pada pengetahuan, keterampilan, dan pemahaman yang mendalam tentang teknologi dan operasi alat yang digunakan untuk menyelesaikan tugas-tugas spesifik. Dalam hal ini, kemampuan teknis UUV mencakup pemahaman yang mendalam tentang sistem, sensor, kontrol, dan fitur

teknologi lainnya yang dimiliki oleh alat tersebut. Para personel yang terlibat dalam penggunaan UUV dalam TPR harus memiliki kemampuan teknis yang kuat untuk mengoperasikan, memelihara, dan memanfaatkan fitur-fitur alat dengan efektif.

Hasil wawancara dengan personel militer yang terlibat langsung dalam penggunaan UUV dalam TPR menyoroti pentingnya kemampuan teknis dalam memastikan keberhasilan operasional. Para responden menegaskan bahwa tanpa pemahaman yang mendalam tentang teknologi UUV, mereka tidak akan mampu memanfaatkannya sepenuhnya dalam deteksi dan netralisasi ranjau laut. Pelatihan teknis yang terus-menerus juga dianggap krusial dalam memastikan bahwa personel memiliki pemahaman yang memadai tentang sistem UUV yang terus berkembang. Hal ini mencakup pemeliharaan rutin, perbaikan darurat, dan pemahaman tentang keterbatasan teknis alat. Lebih lanjut, kemampuan teknis yang kuat memungkinkan tim untuk mengambil keputusan yang tepat dan efisien dalam situasi yang berubah-ubah. Para responden mengakui bahwa pemahaman yang mendalam tentang kemampuan dan keterbatasan UUV memungkinkan mereka untuk menyesuaikan strategi operasional sesuai dengan kondisi lapangan. Dengan pemahaman yang mendalam tentang sistem, sensor, dan kontrol alat, mereka dapat membuat keputusan yang cepat dan tepat saat menghadapi tantangan teknis atau lingkungan yang kompleks. Hal ini membantu mereka untuk tetap efisien dalam mencapai tujuan misi.

Dalam konteks penggunaan Unmanned Underwater Vehicle (UUV) dalam Tindakan Perlawanan Ranjau (TPR), penting untuk mempertimbangkan kesiapan alat-alat seperti UUV Gavia dan UUV PAP MK IV dalam mendukung operasi tersebut. Meskipun UUV Gavia belum pernah digunakan dalam operasi TPR sebelumnya, namun alat ini telah dianggap siap untuk membantu kegiatan TPR dengan efektif. Meskipun demikian, UUV Gavia telah diuji coba dan memiliki reputasi yang baik dalam berbagai aplikasi, seperti survei bawah air, pemetaan, dan pemantauan lingkungan laut. Keandalan dan kemampuan teknis alat ini telah terbukti melalui pengujian lapangan yang dilakukan oleh pihak terkait. Di sisi lain, UUV PAP MK IV telah sering digunakan dalam operasi TPR dan terbukti mampu untuk membantu pelaksanaan tugas-tugas tersebut. Alat ini telah memiliki sejarah penggunaan yang sukses dalam mendukung berbagai misi TPR di berbagai wilayah perairan. Dengan pengalaman yang luas dan kemampuan teknis yang terbukti, UUV PAP MK IV dianggap sebagai alat yang dapat diandalkan dan efektif dalam mendeteksi, mengklasifikasikan, dan netralisasi ranjau laut. Meskipun UUV Gavia belum memiliki pengalaman langsung dalam operasi TPR, namun kemampuan teknisnya yang terbukti dan kesiapan operasionalnya menjadikannya sebagai pilihan yang layak untuk digunakan dalam konteks ini. Dengan demikian, baik UUV Gavia

maupun UUV PAP MK IV memiliki potensi yang signifikan untuk memberikan kontribusi dalam pelaksanaan operasi TPR. Dengan memanfaatkan kemampuan teknis yang dimiliki oleh kedua alat ini, dapat diharapkan bahwa mereka dapat membantu meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasi TPR, serta meningkatkan keselamatan personel yang terlibat.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kemampuan teknis memainkan peran kunci dalam penggunaan UUV dalam TPR. Para personel yang terlibat dalam operasi ini harus memiliki pemahaman yang mendalam tentang teknologi UUV dan kemampuan untuk mengoperasikan alat tersebut dengan efektif. Pelatihan teknis yang terus-menerus dan pemeliharaan kemampuan teknis menjadi aspek penting dalam memastikan keberhasilan operasional dan pencapaian tujuan misi. Melalui pemahaman yang mendalam tentang kemampuan teknis alat, tim dapat mengambil keputusan yang tepat dan efisien dalam menghadapi tantangan yang muncul selama operasi TPR.

b. Profesionalisme Prajurit

Dalam wawancara dengan responden yang terlibat dalam penggunaan Unmanned Underwater Vehicle (UUV) dalam Tindakan Perlawanan Ranjau (TPR), terungkap bahwa prajurit telah mengembangkan tingkat keahlian yang tinggi dalam mengoperasikan UUV melalui pelatihan intensif dan pengalaman lapangan yang beragam. Prajurit menekankan pentingnya pemahaman mendalam tentang teknologi UUV dan keterampilan operasional yang diperlukan untuk mencapai kinerja optimal. Seiring dengan itu, mereka juga menunjukkan kepatuhan yang kuat pada prosedur operasional yang ditetapkan dan menjalankan tugas-tugas mereka dengan tepat waktu dan dengan standar yang tinggi.

Tingkat disiplin yang tinggi tercermin dalam sikap dan perilaku prajurit selama operasi TPR. Mereka memahami pentingnya menjaga ketertiban dan kepatuhan terhadap peraturan dan prosedur yang telah ditetapkan untuk menjaga keselamatan dan efektivitas operasional. Kesadaran akan tanggung jawab sosial juga menjadi perhatian utama prajurit, yang menjelaskan bahwa mereka menyadari pentingnya melindungi kepentingan nasional dan keselamatan publik melalui tugas mereka dalam TPR. Mereka menekankan komitmen mereka untuk melaksanakan tugas-tugas tersebut dengan penuh dedikasi dan integritas. Prajurit juga menunjukkan rasa *esprit de corps* yang kuat dalam kerja tim mereka. Mereka merasa bangga menjadi bagian dari tim yang memiliki tujuan bersama dan bekerja secara kolaboratif untuk mencapai kesuksesan misi. Solidaritas dan dukungan antar anggota tim terlihat jelas dalam hubungan kerja sehari-hari mereka. Ini menciptakan lingkungan kerja yang positif dan

memotivasi prajurit untuk memberikan yang terbaik dalam setiap tugas yang mereka laksanakan.

Melalui hasil wawancara ini, dapat disimpulkan bahwa prajurit yang terlibat dalam penggunaan UUV dalam TPR telah menunjukkan karakteristik profesionalisme yang sejalan dengan teori yang dijelaskan oleh Samuel P. Huntington. Mereka telah menginternalisasi nilai-nilai profesionalisme militer, seperti keahlian, disiplin, tanggung jawab sosial, dan rasa *esprit de corps*, yang membantu mereka dalam menjalankan tugas-tugas mereka dengan efektif dan efisien. Hal ini memberikan keyakinan bahwa prajurit ini mampu untuk menjalankan misi TPR dengan baik dan memberikan kontribusi yang berarti dalam menjaga keamanan dan keselamatan di wilayah perairan yang rawan ranjau.

c. Tingkat Efektivitas Pendeteksian Ranjau

Dalam konteks Tindakan Perlawanan Ranjau (TPR), penggunaan *Unmanned Underwater Vehicle* (UUV) telah menjadi subjek penelitian yang signifikan. Dalam hasil wawancara dengan para responden yang terlibat langsung dalam operasi TPR, terungkap bahwa penggunaan UUV telah terbukti sangat efektif dalam mendukung upaya deteksi, pengklasifikasian, dan netralisasi ranjau laut. Keberhasilan ini tidak hanya tercermin dari pengalaman lapangan, tetapi juga didukung oleh kondisi nyata di lapangan yang menunjukkan bahwa UUV memiliki peran yang krusial dalam meningkatkan efektivitas operasi TPR.

Kondisi dilapangan menunjukkan bahwa penggunaan UUV telah mengatasi beberapa kendala utama dalam operasi TPR. Para responden menggarisbawahi bahwa UUV mampu menjalankan tugas-tugas deteksi ranjau dengan lebih efisien dibandingkan dengan metode konvensional yang melibatkan personel manusia. Dengan sensor canggih yang dimiliki oleh UUV, seperti sonar dan magnetometer, alat ini dapat mendeteksi ranjau dengan akurasi yang tinggi, bahkan dalam kondisi lingkungan yang sulit sekalipun, seperti perairan dalam atau berbatu. Dalam situasi di mana risiko terhadap personel manusia sangat tinggi, penggunaan UUV mampu mengurangi potensi bahaya dan meningkatkan keselamatan dalam operasi TPR. Selain itu, kondisi lapangan juga menunjukkan bahwa UUV memiliki kemampuan untuk mengklasifikasikan ranjau dengan cepat dan akurat. Para responden menekankan bahwa kemampuan sensor UUV untuk mengidentifikasi jenis-jenis ranjau serta membedakan antara ranjau aktif dan tidak aktif telah membantu dalam pengambilan keputusan selama operasi TPR. Hal ini memungkinkan untuk penggunaan sumber daya secara lebih efektif dan mengurangi kemungkinan kesalahan dalam penanganan ranjau. Lebih lanjut, kondisi di lapangan juga mendukung efektivitas UUV dalam misi netralisasi ranjau laut. Para responden melaporkan

bahwa UUV dilengkapi dengan sistem penangkapan dan netralisasi yang canggih yang memungkinkan mereka untuk menonaktifkan ranjau dengan aman dan efisien. Dengan menggunakan UUV untuk tugas-tugas yang berpotensi berbahaya, risiko terhadap personel manusia dapat diminimalkan, sementara efisiensi operasional tetap dipertahankan

4. KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan mengarah pada kesimpulan bahwa penggunaan Unmanned Underwater Vehicle (UUV) memiliki potensi yang signifikan dalam mendukung pelaksanaan Operasi Tindakan Perlawanan Ranjau (TPR).

- a. Kemampuan UUV dalam melakukan deteksi, klasifikasi, dan netralisasi ranjau di bawah air dapat mengurangi risiko bagi personel manusia yang terlibat dalam operasi tersebut. UUV mampu menjelajahi lingkungan laut dengan lebih efisien dan akurat, serta memberikan informasi yang lebih detail mengenai lokasi dan jenis ranjau yang ada. Risiko yang dihadapi dalam pelaksanaan TPR, termasuk ancaman terhadap keselamatan dan keberhasilan misi, dapat dipersempit dengan penggunaan UUV yang dapat beroperasi dalam kondisi lingkungan yang sulit dan berbahaya.
- b. Risiko yang Dihadapi dalam Pelaksanaan Operasi Tindakan Perlawanan Ranjau dalam Penggunaan Unmanned Underwater Vehicles (UUV) secara signifikan mengurangi risiko yang dihadapi selama pelaksanaan Operasi Tindakan Perlawanan Ranjau (TPR). Kedua narasumber menyatakan bahwa UUV mampu mengurangi keterlibatan personel manusia dalam proses berbahaya, sehingga meningkatkan keselamatan operasional. Risiko keseluruhan yang dihadapi, termasuk potensi ledakan, dampak lingkungan, serta ancaman dari musuh dan ketidakpastian kondisi bawah air, dapat diminimalkan dengan teknologi canggih yang dimiliki oleh UUV. Teknologi navigasi, deteksi, dan netralisasi yang dimiliki UUV membantu dalam mengatasi kondisi dinamis dan beragam di bawah air, mengurangi risiko operasional secara signifikan.
- c. Efektivitas Operasional Tindakan Perlawanan Ranjau Menggunakan UUV Efektivitas operasional TPR meningkat tajam dengan penggunaan UUV. Kedua narasumber sepakat bahwa UUV memberikan kontribusi yang sangat signifikan dalam mendeteksi, mengklasifikasikan, dan menonaktifkan ranjau dengan akurasi dan presisi tinggi. UUV memungkinkan operasi yang lebih cepat, lebih efisien, dan lebih aman, mengurangi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan operasi dan mengurangi risiko terhadap personel. Selain itu, teknologi yang terus berkembang pada UUV, seperti kecerdasan

buatan dan otonomi, diharapkan dapat lebih meningkatkan efektivitas operasional di masa mendatang.

- d. kemampuan Unmanned Underwater Vehicle (UUV) dalam melaksanakan deteksi, klasifikasi, dan netralisasi ranjau secara signifikan meningkatkan keberhasilan Tindakan Perlawanan Ranjau (TPR) TNI AL. Teknologi sonar dan sensor canggih yang digunakan oleh UUV memungkinkan deteksi ranjau dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi, bahkan dalam kondisi visibilitas rendah. Selain itu, UUV mampu mengklasifikasikan ranjau berdasarkan karakteristik fisiknya dengan presisi yang tinggi, sehingga mempermudah pengambilan keputusan yang tepat terkait langkah-langkah penonaktifan. Proses netralisasi ranjau yang dilakukan melalui remotely operated vehicles (ROV) memungkinkan penanganan yang aman dan terkontrol, mengurangi risiko terhadap personel dan lingkungan. Secara keseluruhan, penggunaan UUV dalam operasi TPR tidak hanya mengurangi risiko bagi personel, tetapi juga meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional secara signifikan, memungkinkan operasi yang lebih cepat, aman, dan berhasil.

DAFTAR RUJUKAN

- Antonelli, G. (2018). *Underwater robots: Motion and force control of vehicle-manipulator systems*. Springer International Publishing.
- Hakim, A. L., Faizah, E. N., & Mas'adah, N. (2021). Analysis of leadership style by using the model of Hersey and Blanchard. *Journal of Leadership in Organizations*, 3(2). <https://doi.org/10.22146/jlo.64390>
- Hariwibowo, R., & Rooswirawan, A. (2022). Analisis pemilihan kapal tanpa awak dalam operasi tindakan perlawanan ranjau dengan metode Analytical Hierarchy Process. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 3(4), 9–18. <https://doi.org/10.7777/jiemar.v3i4.302>
- Howard, B., & Tilford, E. (Eds.). (2018). *Maritime mine warfare: A comprehensive guide*. Springer International Publishing.
- Jacobsen, K. L. (2015). *The politics of humanitarian technology*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315777276>
- Nugroho, A., & Riesnandar, E. (2023). Analisis pengaruh kemampuan pengawak terhadap kualitas layanan medis pada kapal TNI AL. *UJoST- Universal Journal of Science and Technology*, 2(2), 130–136. <https://doi.org/10.11111/ujost.v2i2.134>
- Schwarz, M. (2014). No easy solutions. *Naval War College Review*, 67(3), 123–141. <http://www.jstor.org/stable/26397781>

Sugiyono. (2017). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D (Rahidzat, Ed.). ALFABETA.

Sulfijasari, T. (n.d.). Analisis hasil belajar lompat jauh di SMP Negeri 25 Bulukumba. Diambil 5 Oktober 2023, dari <http://eprints.unm.ac.id/21191/1/JURNAL.pdf>

Tupper, E. C. (2013). Introduction to naval architecture. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2011-0-07775-X>

Yan, J., Yang, X., Zhao, H., Luo, X., & Guan, X. (2021). Autonomous underwater vehicles. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-6096-2>