Jurnal Multidisiplin Indonesia(JOUMI)
Volume 4 Nomor 3 September 2026
E-ISSN .: 2986-7541; P-ISSN .: 2986-7533, Hal 954-976
DOI: https://doi.org/10.62007/joumi.v4i2.1073

PENGARUH PEMANFAATAN UNMANNED UNDERWATER VEHICLE DAN KOMPETENSI OPERATOR TERHADAP EFEKTIVITAS OPERASI PEPERANGAN LAUT KHUSUS OLEH KOPASKA

Wahyu Hadi Witarsono
Sekolah Staf dan Komando TNI AL (SESKOAL)
Email: wahyuhadi56@gmail.com
Korespondensi penulis: wahyuhadi56@gmail.com

Abstract. *The utilization of Unmanned Underwater Vehicles (UUVs) represents a technological development that can support underwater operations through observation, monitoring, and information-gathering capabilities. The effectiveness of UUV utilization is influenced not only by the capabilities of the equipment but also by operator competence in operating and utilizing the system appropriately. This study aims to analyze the effect of UUV utilization and operator competence on the effectiveness of special naval warfare operations conducted by Kopaska. This study employs a quantitative approach using a survey method involving 50 respondents with relevant experience in UUV utilization and operational activities. Data were collected through questionnaires and analyzed using multiple linear regression, t-test, F-test, and coefficient of determination. The results indicate that UUV utilization has a positive and significant effect on operational effectiveness, with a regression coefficient of 0.487 and a significance value of 0.000. Operator competence also has a positive and significant effect, with a coefficient of 0.329 and a significance value of 0.004. The F-test produces a value of 38.726 with a significance value of 0.000, while the R Square value of 0.624 indicates that both variables explain 62.4% of the variation in operational effectiveness.*

Keywords: *Unmanned Underwater Vehicle, operator competence, operational effectiveness, special naval warfare, Kopaska.*

Abstrak. Pemanfaatan *Unmanned Underwater Vehicle* (UUV) menjadi salah satu perkembangan teknologi yang dapat mendukung pelaksanaan operasi bawah air melalui kemampuan pengamatan, pemantauan, dan pengumpulan informasi. Efektivitas penggunaan UUV tidak hanya dipengaruhi kemampuan perangkat, tetapi juga kompetensi operator dalam mengoperasikan dan memanfaatkan sistem secara tepat. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pemanfaatan UUV dan kompetensi operator terhadap efektivitas operasi peperangan laut khusus oleh Kopaska. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei terhadap 50 responden yang memiliki keterkaitan dengan penggunaan UUV dan pelaksanaan operasi. Data dikumpulkan melalui kuesioner dan dianalisis menggunakan regresi linear berganda, uji *t*, uji *F*, serta koefisien determinasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan UUV berpengaruh positif dan signifikan terhadap efektivitas operasi dengan koefisien 0,487 dan signifikansi 0,000. Kompetensi operator juga berpengaruh positif dan signifikan dengan koefisien 0,329 dan signifikansi 0,004. Uji *F* menghasilkan nilai

Received Agustus 07, 2026; Revised September 15, 2026; September 30, 2026
*Corresponding author, : wahyuhadi56@gmail.com

38,726 dengan signifikansi 0,000, sedangkan nilai *R Square* sebesar 0,624 menunjukkan kontribusi kedua variabel sebesar 62,4% terhadap efektivitas operasi.

Kata kunci: *Unmanned Underwater Vehicle*, kompetensi operator, efektivitas operasi, peperangan laut khusus, Kopaska.

LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi telah membawa perubahan dalam berbagai bidang kehidupan dan aktivitas manusia. Kemajuan teknologi mendorong terciptanya berbagai perangkat yang mampu membantu pelaksanaan pekerjaan secara lebih cepat, tepat, dan terukur (Hidayati et al., 2025). Pemanfaatan teknologi juga berkembang pada bidang yang membutuhkan kemampuan pengamatan, pemantauan, pengumpulan data, serta pengendalian dari jarak tertentu. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa teknologi dapat menjadi bagian penting dalam mendukung pelaksanaan berbagai kegiatan yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi. Penggunaan teknologi yang tepat dapat membantu meningkatkan kemampuan manusia dalam mencapai tujuan kegiatan yang telah ditetapkan (Mutmainnah & Yuliana, 2026).

Perkembangan sistem tanpa awak menjadi salah satu bentuk inovasi teknologi yang banyak dikembangkan untuk mendukung berbagai kebutuhan operasional. Sistem tanpa awak memungkinkan suatu perangkat menjalankan fungsi tertentu dengan pengendalian langsung, kendali jarak jauh, atau kemampuan otomatis berdasarkan sistem yang telah dirancang (Wibisono et al., 2023). Teknologi tersebut dapat digunakan pada berbagai lingkungan, termasuk lingkungan darat, udara, dan bawah air. Kemampuan sistem tanpa awak dalam menjangkau area tertentu dapat membantu manusia memperoleh informasi tanpa harus berada langsung pada lokasi kegiatan. Penggunaan sistem tersebut juga membutuhkan dukungan teknologi, prosedur pengoperasian, serta sumber daya manusia yang mampu menjalankan perangkat sesuai dengan fungsinya (Hidayati et al., 2025).

Kemampuan suatu teknologi dalam mendukung kegiatan tidak hanya ditentukan oleh spesifikasi perangkat yang digunakan. Faktor manusia memiliki peranan dalam memastikan teknologi dapat digunakan sesuai dengan tujuan dan prosedur yang telah ditetapkan (Asl & Davari, 2024). Kompetensi pengguna dapat mencakup pengetahuan, keterampilan, pengalaman, kemampuan mengoperasikan perangkat, serta kemampuan mengambil keputusan dalam pelaksanaan tugas. Tingkat kompetensi yang memadai dapat

membantu mengurangi kesalahan penggunaan dan meningkatkan ketepatan dalam pemanfaatan teknologi. Hubungan antara teknologi dan kemampuan manusia menjadi bagian yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan kegiatan yang menggunakan perangkat berteknologi tinggi (Thirtyacre et al., 2025).

Efektivitas suatu kegiatan dapat dilihat dari kemampuan mencapai tujuan, ketepatan pelaksanaan, penggunaan sumber daya, pencapaian waktu, serta hasil yang diperoleh sesuai dengan sasaran yang telah ditetapkan. Pemanfaatan teknologi dapat memberikan dukungan terhadap pencapaian efektivitas apabila perangkat yang digunakan sesuai dengan kebutuhan kegiatan (Bae & Hong, 2023). Penggunaan teknologi juga perlu disertai kemampuan manusia dalam mengoperasikan, mengendalikan, memelihara, dan memanfaatkan informasi yang dihasilkan oleh perangkat tersebut (Wu et al., 2025). Perpaduan antara kemampuan teknologi dan kompetensi manusia dapat menjadi salah satu faktor yang memengaruhi keberhasilan pelaksanaan suatu kegiatan. Kajian mengenai pemanfaatan teknologi dan kompetensi manusia menjadi penting untuk memahami faktor-faktor yang berhubungan dengan peningkatan efektivitas pelaksanaan kegiatan (Liu & Xie, 2025).

Penelitian (Hariwibowo & Natanael, 2024) mengenai *Unmanned Underwater Vehicle* (UUV) dalam operasi tindakan perlawanan ranjau menunjukkan bahwa pemanfaatan UUV dapat mendukung efektivitas dan keselamatan operasi serta mengurangi risiko terhadap personel. Penelitian (Hariadi et al., 2024) membahas risiko penggunaan UUV terhadap keamanan maritim Indonesia dan menunjukkan adanya manfaat sekaligus tantangan dalam pengoperasiannya. Penelitian (Arpas et al., 2025) mengkaji pemanfaatan *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV) untuk meningkatkan keamanan bawah air di Laut Natuna, dengan temuan bahwa teknologi tersebut memiliki potensi operasional tetapi masih menghadapi kendala teknis dan dukungan. Penelitian (Sudiar & Santoso, 2025) juga menunjukkan pentingnya kemampuan operator dan integrasi sistem dalam pemanfaatan robot bawah air. Penelitian (Sinaga et al., 2025) membuktikan bahwa integrasi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) berhubungan dengan peningkatan efektivitas pengawasan laut dan udara. Namun, penelitian tersebut belum secara khusus menguji pengaruh pemanfaatan UUV dan kompetensi operator secara bersama-sama terhadap efektivitas operasi peperangan laut khusus oleh Kopaska.

Pemanfaatan UUV dalam operasi bawah air membutuhkan teknologi yang andal dan operator yang memiliki kompetensi memadai. Beberapa kendala yang ditemukan meliputi keterbatasan daya baterai, kemampuan *sonar*, komunikasi, pemeliharaan, dan keterampilan operator. Kondisi tersebut dapat memengaruhi pencapaian tujuan dan efektivitas pelaksanaan operasi. Penelitian mengenai hubungan pemanfaatan UUV dan kompetensi operator terhadap efektivitas operasi peperangan laut khusus masih terbatas. Permasalahan tersebut menjadi dasar untuk menguji pengaruh kedua variabel terhadap efektivitas operasi oleh Kopaska.

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pemanfaatan UUV terhadap efektivitas operasi peperangan laut khusus oleh Kopaska. Penelitian ini juga bertujuan menganalisis pengaruh kompetensi operator terhadap efektivitas operasi. Selanjutnya, penelitian bertujuan menguji pengaruh pemanfaatan UUV dan kompetensi operator secara simultan terhadap efektivitas operasi. Hasil penelitian diharapkan memberikan gambaran mengenai hubungan antara pemanfaatan teknologi dan kemampuan operator. Temuan penelitian dapat menjadi dasar dalam pengembangan kajian mengenai teknologi tanpa awak dan sumber daya manusia.

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat teoritis bagi pengembangan ilmu pengetahuan mengenai pemanfaatan teknologi tanpa awak dalam operasi pertahanan laut. Penelitian ini juga dapat memperkaya kajian mengenai hubungan kompetensi operator dengan efektivitas penggunaan UUV. Secara praktis, hasil penelitian dapat menjadi bahan evaluasi pemanfaatan UUV oleh Kopaska. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai masukan dalam peningkatan kompetensi, pendidikan, dan pelatihan operator. Penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi penelitian berikutnya mengenai teknologi bawah air.

Perkembangan UUV menuntut kesiapan teknologi dan sumber daya manusia yang mampu mengoperasikannya secara tepat. Pemanfaatan teknologi tersebut memiliki potensi mendukung efektivitas dan keselamatan pelaksanaan operasi bawah air. Berbagai penelitian masih menunjukkan adanya kendala teknis dan kebutuhan peningkatan kemampuan operator. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pengukuran empiris mengenai faktor yang memengaruhi efektivitas penggunaan UUV. Penelitian ini penting untuk memperoleh gambaran mengenai pengaruh pemanfaatan UUV dan kompetensi operator terhadap efektivitas operasi peperangan laut khusus oleh Kopaska.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan pemanfaatan UUV dan kompetensi operator sebagai variabel yang memengaruhi efektivitas operasi peperangan laut khusus. Penelitian terdahulu banyak membahas kemampuan UUV, risiko penggunaan, keamanan maritim, dan operasi tindakan perlawanan ranjau. Kajian mengenai kompetensi operator juga belum ditempatkan secara bersamaan dengan pemanfaatan UUV dalam satu model penelitian. Penelitian ini menguji kedua variabel tersebut secara parsial dan simultan terhadap efektivitas operasi. Objek penelitian pada Kopaska memberikan fokus khusus pada penggunaan UUV dalam operasi peperangan laut khusus.

Penelitian ini terbatas pada personel Kopaska sebagai responden penelitian. Karakteristik responden dapat memengaruhi hasil penelitian karena tingkat pengalaman dan kemampuan operator dapat berbeda. Penggunaan kuesioner juga memungkinkan adanya perbedaan antara persepsi responden dan kondisi operasional yang sebenarnya. Faktor lain seperti kondisi lingkungan laut, dukungan logistik, pemeliharaan, komunikasi, dan kondisi perangkat tidak seluruhnya dianalisis. Hasil penelitian perlu dipahami berdasarkan ruang lingkup variabel, responden, dan periode penelitian.

KAJIAN TEORITIS

Pemanfaatan *Unmanned Underwater Vehicle*

Pemanfaatan *Unmanned Underwater Vehicle* (UUV) merupakan penggunaan kendaraan bawah air tanpa awak untuk melaksanakan tugas tertentu melalui sistem kendali dan teknologi pendukung. UUV dapat digunakan untuk kegiatan pengamatan, pemantauan, pencarian, deteksi, pengumpulan data, serta mendukung pelaksanaan operasi bawah air (Alexandris et al., 2024). Efektivitas pemanfaatan UUV dipengaruhi oleh kemampuan teknologi, keandalan sistem, kesesuaian fungsi dengan kebutuhan operasi, kemampuan navigasi, sistem komunikasi, daya tahan baterai, dan dukungan pemeliharaan (X. Yang et al., 2024). Penggunaan UUV juga dapat membantu mengurangi paparan risiko personel pada lingkungan bawah air yang memiliki tingkat bahaya tertentu (L. Yang et al., 2022). Dalam penelitian ini, pemanfaatan UUV dipahami sebagai tingkat penggunaan dan kemampuan UUV dalam mendukung pelaksanaan operasi peperangan laut khusus oleh Kopaska.

Kompetensi Operator

Kompetensi operator merupakan kemampuan yang dimiliki seseorang untuk melaksanakan tugas pengoperasian UUV berdasarkan pengetahuan, keterampilan, pengalaman, dan sikap kerja yang diperlukan (Ioannou et al., 2024). Operator dituntut memahami fungsi dan karakteristik sistem, mampu menjalankan perangkat sesuai prosedur, mengendalikan sistem, membaca informasi yang dihasilkan, serta merespons kondisi yang terjadi selama pengoperasian. Tingkat kompetensi dapat dipengaruhi oleh pendidikan, pelatihan, pengalaman, penguasaan teknologi, kemampuan pemecahan masalah, dan kemampuan mengambil keputusan sesuai tugas (Kilinc, 2025). Kompetensi operator yang memadai dapat mendukung penggunaan UUV secara tepat dan mengurangi kesalahan dalam pengoperasian sistem (Ali & Obembe, 2025). Dalam penelitian ini, kompetensi operator dipahami sebagai kemampuan personel Kopaska dalam mengoperasikan dan memanfaatkan UUV untuk mendukung pelaksanaan operasi peperangan laut khusus.

Operasi Peperangan Laut Khusus

Operasi peperangan laut khusus merupakan kegiatan militer yang dilaksanakan oleh satuan khusus matra laut untuk mencapai sasaran tertentu melalui kemampuan personel, peralatan, metode, dan dukungan operasi yang sesuai (Xia et al., 2025). Pelaksanaan operasi tersebut membutuhkan kesiapan personel, ketepatan perencanaan, koordinasi, kemampuan adaptasi, penggunaan teknologi, serta pencapaian sasaran sesuai tujuan operasi (Kanashiro et al., 2025). Penggunaan teknologi tanpa awak seperti UUV dapat mendukung kegiatan operasi melalui kemampuan pengamatan dan pengumpulan informasi pada lingkungan bawah air dengan mengurangi keterlibatan langsung personel pada area tertentu. Efektivitas operasi dapat dilihat dari tingkat pencapaian tujuan, ketepatan pelaksanaan, efisiensi penggunaan sumber daya, ketepatan waktu, dan keberhasilan pelaksanaan tugas (Noh et al., 2023). Dalam penelitian ini, operasi peperangan laut khusus menjadi objek yang digunakan untuk mengukur efektivitas pemanfaatan UUV dan kompetensi operator dalam mendukung pencapaian tujuan operasi Kopaska.

METODE PENELITIAN

Kajian ini mendayagunakan kajian kuantitatif guna menelaah daya pengaruh pendayagunaan *Unmanned Underwater Vehicle* sertadiksi kapabilitas personel

pengendali atas kemangkusan operasionalisasi kontestasi kemaritiman spesifik oleh Kopaska. Sebagaimana dikemukakan oleh Sugiyono (2019), kajian numerikal didayagunakan guna menginvestigasi himpunan populasi atau cuplikan spesifik melalui penghimpunan evidensi mendayagunakan perangkat ukur kajian dan telaah statistikal guna memverifikasi proposisi hipotetik. Perspektif metodologis ini ditetapkan lantaran kajian memverifikasi interrelasi serta daya pengaruh di antara peubah prediktor, yakni pendayagunaan UUV (X_1) dan kapabilitas personel pengendali (X_2), berhadapan dengan peubah kriterium, yakni kemangkusan operasionalisasi (Y). Evidensi kajian dihimpun via pendistribusian angket kepada 50 partisipan yang mengemban afiliasi dengan pendayagunaan UUV dan penyelenggaraan operasionalisasi kontestasi kemaritiman spesifik.

Kajian ini mendayagunakan metode jajak-survei melalui perangkat ukur berbentuk angket yang dirumuskan berlandaskan parameter pengukur masing-masing konstruk kajian. Sebagaimana dikemukakan oleh Effendi dan Tukiran (2012), kajian jajak-survei diselenggarakan via determinasi konstruk, perumusan perangkat ukur, penghimpunan evidensi bersumber dari partisipan, serta telaah interrelasi intervariabel. Partisipan kajian berkuantitas 50 individu yang diseleksi berlandaskan karakteristik spesifik dan afiliasinya dengan aktivitas operasional serta pendayagunaan UUV. Asesmen respons partisipan mendayagunakan skala penskalaan Likert guna menghimpun evidensi ihwal pendayagunaan UUV, kapabilitas personel pengendali, serta kemangkusan operasionalisasi. Evidensi yang terhimpun berikutnya dielaborasi dan menelaah mendayagunakan prosedur statistikal guna memverifikasi proposisi hipotetik kajian.

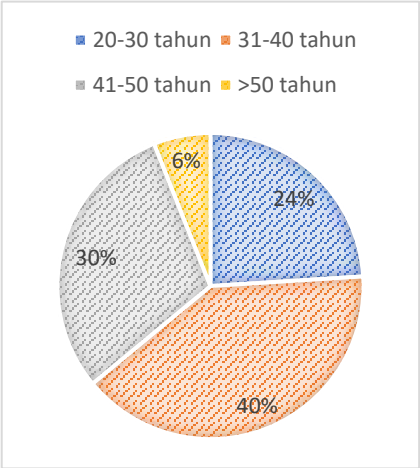
Kajian ini mendayagunakan 50 partisipan selaku basis evidensi primer yang disodori instrumen angket selaras parameter pengukur tiap-tiap konstruk. Sebagaimana dikemukakan oleh Sugiyono (2019), cuplikan merupakan komponen bersumber dari kuantitas dan atribut yang melekat pada himpunan populasi serta didayagunakan guna menghimpun evidensi yang berkapasitas untuk dielaborasi secara akademis. Elaborasi evidensi diselenggarakan via verifikasi kesahihan dan keajegan perangkat ukur, verifikasi prasyarat, elaborasi regresi linear multipel, verifikasi parsial, verifikasi simultan, serta indeks determinasi (R^2). Regresi linear multipel didayagunakan guna mengidentifikasi daya pengaruh pendayagunaan UUV dan kapabilitas personel pengendali atas kemangkusan operasionalisasi, baik secara segmentalis maupun serentak. Luaran

elaborasi didayagunakan guna memverifikasi proposisi hipotetik dan merespons sasaran kajian berlandaskan evidensi yang dihimpun bersumber dari 50 partisipan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

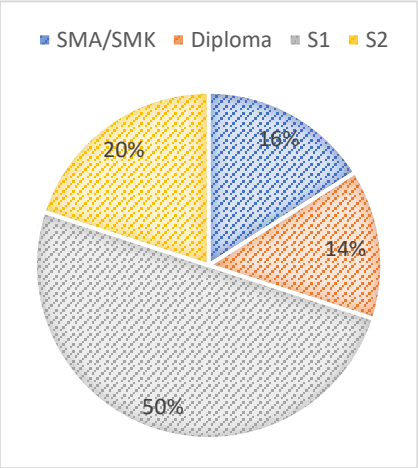
Kajian ini diselenggarakan pada Komando Pasukan Katak (Kopaska) TNI Angkatan Laut selaku unit khusus yang mengemban amanah tugas sertadiksi kapabilitas dalam penyelenggaraan operasionalisasi spesifik di ranah kemaritiman. Determinasi pemilhan Kopaska selaku lokus kajian berlandaskan keterhubungan mandat satuan dengan aktivitas operasionalisasi bawah permukaan serta pendayagunaan kapabilitas dan perangkat teknologi penunjang guna menopang penyelenggaraan mandat. Kajian diorientasikan pada unsur personel yang mengemban khazanah pengetahuan, rekam pengalaman, atau partisipasi dalam pendayagunaan *Unmanned Underwater Vehicle* (UUV) dan aktivitas operasionalisasi kontestasi kemaritiman spesifik. Penghimpunan data diselenggarakan via pendistribusian angket kepada 50 partisipan yang mengafirmasi kriteria kajian. Evidensi yang dihimpun didayagunakan guna merepresentasikan asesmen partisipan berkenaan dengan pendayagunaan UUV, kapabilitas personel pengendali, dan kemangkusan operasionalisasi kontestasi kemaritiman spesifik.



Gambar 1. Karakteristik Responden Berdasarkan Usia

Berlandaskan Gambar 1, profil partisipan berlandaskan rentang kronologis mengindikasikan bahwasanya partisipan kajian mengemban spektrum usia yang heterogen, berakar dari kategori kronologis 20–30 tahun hingga melampaui 50 tahun. Kategori kronologis 31–40 tahun merupakan kategori dengan kuantitas partisipan

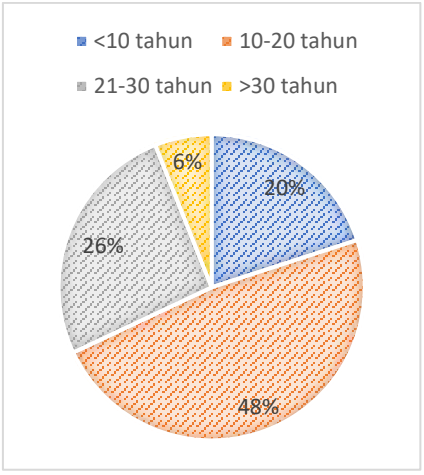
tertinggi, yakni 20 individu atau 40%, disusul kategori kronologis 41–50 tahun senilai 15 individu atau 30%. Partisipan berumur 20–30 tahun berkuantitas 12 individu atau 24%, sementara itu partisipan berumur melampaui 50 tahun berkuantitas 3 individu atau 6%. Konfigurasi tersebut mengindikasikan bahwasanya partisipan berakar dari sejumlah kategori kronologis dengan derajat pengalaman yang heterogen. Persebaran rentang kronologis ini merepresentasikan konfigurasi bahwasanya evidensi kajian dihimpun bersumber dari partisipan dengan karakteristik spektrum usia yang bervariasi.



Gambar 2. Karakteristik Responden Berdasarkan Pendidikan

Berlandaskan Gambar 2, profil partisipan berlandaskan strata akademik mengindikasikan bahwasanya mayoritas partisipan mengemban jenjang akademik terakhir pada strata sarjana, yakni senilai 25 individu atau 50%. Partisipan berlatar pendidikan S2 berkuantitas 10 individu atau 20%, sementara itu partisipan berlatar pendidikan SMA/SMK berkuantitas 8 individu atau 16% dan jenjang Diploma berkisar pada kuantitas 7 individu atau 14%. Persebaran tersebut mengindikasikan eksistensi heterogenitas strata akademik di antara partisipan kajian. Heterogenitas strata akademik berpotensi menghadirkan diferensiasi dalam khazanah pengetahuan, penguasaan konseptual, dan kapabilitas dalam mengartikulasikan asesmen terhadap konstruk yang diinvestigasi. Evidensi tersebut merepresentasikan konfigurasi bahwasanya partisipan mengemban rekam latar belakang akademik yang relatif heterogen guna menopang penghimpunan evidensi kajian.

Jurnal Multidisiplin Indonesia (JOUMI)
Vol.4, No.3 September 2026
e-ISSN: 2986-7541; p-ISSN: 2986-7533, Hal 954-977



Gambar 3. Karakteristik Responden Berdasarkan Masa Dinas

Berlandaskan Gambar 3, profil partisipan berlandaskan periode pengabdian mengindikasikan bahwasanya kategori dengan periode pengabdian 10–20 tahun menunjukkan kuantitas tertinggi, yakni 24 individu atau 48%. Kategori dengan periode pengabdian 21–30 tahun berkuantitas 13 individu atau 26%, sementara itu partisipan dengan periode pengabdian berada di bawah 10 tahun berkuantitas 10 individu atau 20%. Partisipan dengan periode pengabdian melampaui 30 tahun merupakan kategori dengan kuantitas paling minor, yakni 3 individu atau 6%. Persebaran tersebut mengindikasikan bahwasanya partisipan mengemban variabilitas periode pengabdian yang merefleksikan diferensiasi rekam pengalaman dalam mengemban mandat dan aktivitas kelembagaan. Konfigurasi periode pengabdian tersebut merepresentasikan konfigurasi berkenaan dengan heterogenitas rekam pengalaman partisipan dalam mengartikulasikan asesmen terhadap konstruk kajian.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pemanfaatan UUV (X_1)	50	31	50	42,18	4,21
Kompetensi Operator (X_2)	50	30	50	41,76	4,35
Efektivitas Operasi (Y)	50	32	50	42,64	4,08

Tabel 1 mengindikasikan luaran statistika deskriptif bersumber dari 50 partisipan pada tiga konstruk kajian. Konstruk pendayagunaan UUV mengindikasikan besaran rerata senilai 42,18 dengan deviasi standar 4,21, yang merefleksikan eksistensi variabilitas asesmen partisipan terhadap derajat pendayagunaan UUV. Konstruk kapabilitas personel pengendali mengindikasikan besaran rerata 41,76 dengan deviasi standar 4,35, sementara itu kemangkusan operasionalisasi mengindikasikan besaran

rerata paling superior, yakni 42,64 dengan deviasi standar 4,08. Besaran minimum dan besaran maksimum pada ketiga konstruk mengindikasikan eksistensi diferensiasi asesmen interpartisipan terhadap pendayagunaan perangkat teknologi, kapabilitas personel pengendali, dan kemangkusan operasionalisasi. Besaran deviasi standar yang nisbi lebih rendah diperhadapkan dengan besaran rerata mengindikasikan bahwasanya dispersi respons partisipan masih terletak dalam spektrum yang relatif terregulasi.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Instrumen

Variabel	Jumlah Item	Rentang r hitung	r tabel	Keterangan
Pemanfaatan UUV (X_1)	10	0,621–0,843	0,279	Valid
Kompetensi Operator (X_2)	10	0,598–0,861	0,279	Valid
Efektivitas Operasi (Y)	10	0,613–0,852	0,279	Valid

Berlandaskan Tabel 2, segenap butir proposisi pada konstruk pendayagunaan UUV, kapabilitas personel pengendali, dan kemangkusan operasionalisasi mengindikasikan besaran r hitung melampaui r tabel senilai 0,279 pada kuantitas partisipan 50 individu. Konstruk pendayagunaan UUV mengindikasikan kisaran besaran r hitung dalam interval 0,621 hingga 0,843, konstruk kapabilitas personel pengendali mengindikasikan interval 0,598 hingga 0,861, sementara itu konstruk kemangkusan operasionalisasi mengindikasikan interval 0,613 hingga 0,852. Temuan tersebut mengindikasikan bahwasanya segenap butir memiliki kapabilitas mengases parameter pengukur yang didayagunakan dalam tiap-tiap konstruk kajian. Nihil teridentifikasi butir yang mengindikasikan besaran asosiasi korelasional berada di bawah ambang yang dipersyaratkan. Perangkat ukur kajian laik didayagunakan untuk tahapan elaborasi selanjutnya lantaran segenap proposisi terverifikasi sahih.

Tabel 3. Hasil Uji Reliabilitas

Variabel	Cronbach's Alpha	Standar	Keterangan
Pemanfaatan UUV (X_1)	0,912	0,70	Reliabel
Kompetensi Operator (X_2)	0,925	0,70	Reliabel
Efektivitas Operasi (Y)	0,918	0,70	Reliabel

Tabel 3 mengindikasikan bahwasanya besaran Cronbach's Alpha pada segenap konstruk kajian melampaui ambang 0,70. Konstruk pendayagunaan UUV menghasilkan besaran 0,912, kapabilitas personel pengendali senilai 0,925, dan kemangkusan operasionalisasi senilai 0,918. Besaran tersebut mengindikasikan bahwasanya butir proposisi pada tiap-tiap konstruk mengemban derajat keajegan intrainstrumen yang memadai. Perangkat ukur berkapasitas menghasilkan luaran asesmen yang relatif ajeg

bilamana didayagunakan guna mengases konstruk identik pada partisipan kajian. Berlandaskan temuan tersebut, segenap perangkat ukur dinyatakan reliabel dan laik didayagunakan dalam verifikasi proposisi hipotetik.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

Parameter	Nilai
N	50
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,200
Standar Signifikansi	0,05
Keterangan	Normal

Berlandaskan Tabel 4, luaran verifikasi kenormalan distribusional menghasilkan besaran Asymp. Sig. senilai 0,200. Besaran tersebut melampaui ambang kebermaknaan 0,05 sehingga galat residual kajian mengafirmasi prasyarat kenormalan distribusional. Constelasi tersebut mengindikasikan bahwasanya persebaran galat residual pada konstruksi model kajian tidak mengindikasikan deviasi yang bermakna secara statistikal bersumber dari distribusi normal. Keterpenuhan prasyarat kenormalan distribusional berfungsi sebagai landasan guna meneruskan elaborasi dengan mendayagunakan regresi linear multipel. Evidensi kajian selanjutnya didayagunakan guna memverifikasi interrelasi pendayagunaan UUV dan kapabilitas personel pengendali terhadap kemangkusan operasionalisasi.

Tabel 5. Hasil Uji Multikolinearitas

Variabel	Tolerance	VIF	Keterangan
Pemanfaatan UUV (X_1)	0,621	1,610	Tidak terjadi multikolinearitas
Kompetensi Operator (X_2)	0,621	1,610	Tidak terjadi multikolinearitas

Tabel 5 mengindikasikan bahwasanya besaran *Tolerance* untuk konstruk pendayagunaan UUV dan kapabilitas personel pengendali masing-masing senilai 0,621, sementara itu besaran *Variance Inflation Factor* (VIF) senilai 1,610. Besaran *Tolerance* berada di atas ambang 0,10 dan besaran VIF berada di bawah ambang 10, sehingga konstruksi model regresi tidak mengindikasikan eksistensi indikasi kolinearitas multipel. Temuan tersebut mengindikasikan bahwasanya konstruk pendayagunaan UUV dan kapabilitas personel pengendali berkapasitas didayagunakan secara serentak dalam konstruksi model regresi. Tiap-tiap konstruk mengemban sumbangsih evidensial yang dapat terdiferensiasi dalam menerangkan variabilitas kemangkusan operasionalisasi. Konstruksi model kajian dapat diteruskan menuju verifikasi regresional multipel.

Tabel 6. Hasil Analisis Regresi Linear Berganda

Variabel	B	Std. Error	Beta	T	Sig.
Konstanta	8,214	3,421		2,401	0,020
Pemanfaatan UUV (X_1)	0,487	0,112	0,503	4,348	0,000
Kompetensi Operator (X_2)	0,329	0,108	0,361	3,046	0,004

Berlandaskan Tabel 6, formulasi regresional multipel yang diturunkan yakni $Y = 8{,}214 + 0{,}487X_1 + 0{,}329X_2$. Parameter regresional pendayagunaan UUV senilai 0,487 mengindikasikan bahwasanya eskalasi satu unit pendayagunaan UUV berasosiasi dengan eskalasi besaran kemangkusan operasionalisasi senilai 0,487 unit dengan asumsi konstruk kapabilitas personel pengendali konstan. Parameter kapabilitas personel pengendali senilai 0,329 mengindikasikan bahwasanya eskalasi satu unit kapabilitas personel pengendali berasosiasi dengan eskalasi kemangkusan operasionalisasi senilai 0,329 unit dengan asumsi konstruk pendayagunaan UUV konstan. Besaran kebermaknaan kedua konstruk berada di bawah ambang 0,05, yakni 0,000 untuk pendayagunaan UUV dan 0,004 untuk kapabilitas personel pengendali. Temuan tersebut mengindikasikan eksistensi interrelasi yang bermakna secara statistikal antara tiap-tiap konstruk prediktor dengan kemangkusan operasionalisasi berlandaskan konstruksi model kajian.

Tabel 7. Hasil Uji *t*

Variabel	t hitung	t tabel	Sig.	Keterangan
Pemanfaatan UUV (X_1)	4,348	2,011	0,000	Signifikan
Kompetensi Operator (X_2)	3,046	2,011	0,004	Signifikan

Luaran verifikasi parsial pada Tabel 7 mengindikasikan bahwasanya konstruk pendayagunaan UUV menghasilkan besaran t hitung senilai 4,348, melampaui t tabel senilai 2,011 dengan besaran kebermaknaan 0,000. Konstruk kapabilitas personel pengendali menghasilkan besaran t hitung senilai 3,046, melampaui t tabel senilai 2,011 dengan besaran kebermaknaan 0,004. Kedua besaran kebermaknaan berada di bawah ambang 0,05 dengan konsekuensi bahwasanya tiap-tiap konstruk mengemban daya pengaruh yang bermakna secara statistikal terhadap kemangkusan operasionalisasi. Evidensi empiris tersebut mengindikasikan bahwasanya pergeseran pada pendayagunaan UUV dan kapabilitas personel pengendali berasosiasi dengan pergeseran kemangkusan operasionalisasi berlandaskan evidensi partisipan. Luaran verifikasi ini memperkukuh proposisi hipotetik parsial yang dikemukakan dalam kajian.

Tabel 8. Hasil Uji *F*

Model	F hitung	F tabel	Sig.	Keterangan
Regresi	38,726	3,195	0,000	Signifikan

Berlandaskan Tabel 8, teridentifikasi besaran *F* hitung senilai 38,726, sementara itu *F* tabel senilai 3,195 dengan taraf kebermaknaan 0,000. Besaran *F* hitung melampaui *F* tabel dan taraf kebermaknaan berada di bawah ambang 0,05. Luaran tersebut mengindikasikan bahwasanya pendayagunaan UUV dan kapabilitas personel pengendali secara kolektif mengemban daya pengaruh yang bermakna secara statistikal terhadap kemangkusan operasionalisasi. Konstruksi model regresi yang didayagunakan berkapasitas menerangkan interrelasi kedua konstruk prediktor dengan konstruk kriterium secara serentak. Luaran verifikasi simultan memperkukuh proposisi hipotetik ketiga dalam kajian.

Tabel 9. Koefisien Determinasi

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0,790	0,624	0,608	2,564

Tabel 9 mengindikasikan besaran R Square mencapai 62,4%. Besaran tersebut mengindikasikan bahwasanya konstruk pendayagunaan UUV dan kapabilitas personel pengendali secara serentak memiliki kapasitas eksplanatori 62,4% atas variabilitas kemangkusan operasionalisasi dalam model kajian. Sebesar 37,6% variabilitas kemangkusan operasionalisasi dideterminasi oleh determinan eksternal lainnya yang tidak diinkorporasikan dalam kajian. Determinan tersebut dapat berbentuk sokongan logistik, konstelasi lingkungan maritim, preservasi perangkat, sistem komunikasi, protokol operasional, rekam pengalaman tim, serta determinan penunjang lainnya. Besaran Adjusted R Square senilai 0,608 mengindikasikan bahwasanya kapabilitas eksplanatori model setelah mengakomodasi kuantitas konstruk dan cuplikan observasi tetap berkedudukan pada taraf yang relatif memadai dalam menerangkan variabilitas kemangkusan operasionalisasi.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan *Unmanned Underwater Vehicle* (UUV) memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap efektivitas operasi peperangan laut khusus. Temuan tersebut ditunjukkan melalui nilai koefisien regresi sebesar 0,487, nilai *t hitung* sebesar 4,348, dan nilai signifikansi sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan pemanfaatan UUV diikuti oleh

peningkatan efektivitas pelaksanaan operasi yang diukur melalui pencapaian tujuan, ketepatan pelaksanaan, efisiensi penggunaan sumber daya, ketepatan waktu, serta keberhasilan pelaksanaan tugas. Pemanfaatan UUV dapat memberikan kemampuan tambahan dalam melaksanakan kegiatan bawah air melalui dukungan pengamatan, pemantauan, pencarian, pendeteksian, dan pengumpulan informasi. Temuan ini sejalan dengan Wibisono et al. (2023) yang menjelaskan bahwa UUV memiliki berbagai teknologi pendukung, seperti sistem komunikasi, propulsi, kendali, sensor, lokalisasi, dan sumber energi, yang menjadi bagian penting dalam menunjang kemampuan operasional kendaraan bawah air.

Pemanfaatan UUV sebagai teknologi tanpa awak memberikan peluang bagi pelaksanaan kegiatan bawah air dengan mengurangi kebutuhan keterlibatan langsung manusia pada area tertentu. Bae dan Hong (2023) menjelaskan bahwa kendaraan laut tanpa awak memiliki kemampuan untuk melaksanakan tugas maritim tertentu yang sulit dilakukan oleh kendaraan berawak, sekaligus dapat mengurangi risiko terhadap personel dan mendukung peningkatan kemampuan dalam pelaksanaan tugas. Mereka juga menekankan bahwa perkembangan kendaraan laut tanpa awak masih menghadapi tantangan berupa kondisi lingkungan, komunikasi, navigasi, teknologi eksplorasi bawah air, serta kebutuhan perencanaan misi yang mendukung kerja sama antarkendaraan. Temuan tersebut memiliki hubungan dengan hasil penelitian ini karena tingkat pemanfaatan UUV tidak hanya berkaitan dengan keberadaan perangkat, tetapi juga berkaitan dengan kemampuan perangkat tersebut menjalankan fungsi yang dibutuhkan dalam kegiatan. Pemanfaatan yang tepat dapat membantu meningkatkan ketersediaan informasi dan mendukung pelaksanaan pekerjaan yang membutuhkan kemampuan bawah air. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keberadaan dan pemanfaatan teknologi tersebut memiliki hubungan nyata dengan tingkat efektivitas kegiatan yang dilaksanakan.

Aspek kemampuan navigasi dan penentuan posisi juga menjadi bagian yang dapat memengaruhi keberhasilan pemanfaatan UUV. Alexandris et al. (2024) menjelaskan bahwa sistem penentuan posisi merupakan bagian integral dari operasi UUV karena mendukung navigasi dan pengendalian kendaraan dalam lingkungan bawah air yang kompleks. Penelitian tersebut membahas penggunaan sistem akustik, navigasi inersial, *Doppler Velocity Log*, serta GPS pada kondisi tertentu dan menunjukkan bahwa integrasi sistem penentuan posisi dapat mendukung peningkatan akurasi dan efisiensi operasional.

Hubungan penelitian tersebut dengan hasil penelitian ini dapat dilihat dari indikator kemampuan teknis dan keandalan sistem yang menjadi bagian dari pemanfaatan UUV. UUV yang dapat bergerak, melakukan navigasi, mengumpulkan informasi, dan menjalankan fungsi sesuai kebutuhan kegiatan akan memberikan dukungan yang lebih besar terhadap pencapaian tujuan. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa kualitas pemanfaatan teknologi mempunyai hubungan dengan hasil kegiatan yang ingin dicapai.

Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa kompetensi operator memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap efektivitas operasi. Nilai koefisien regresi sebesar 0,329, nilai *t hitung* sebesar 3,046, dan nilai signifikansi sebesar 0,004 menunjukkan bahwa peningkatan kompetensi operator berkaitan dengan peningkatan efektivitas pelaksanaan operasi. Kompetensi operator dalam penelitian ini meliputi pengetahuan mengenai sistem, keterampilan teknis, kemampuan mengoperasikan perangkat, kemampuan memahami informasi, pengalaman, serta kemampuan menghadapi kondisi yang muncul selama penggunaan UUV. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa teknologi tidak dapat dipisahkan dari kemampuan sumber daya manusia yang menjalankannya. Xia et al. (2025) membahas tantangan operator dalam pengoperasian kendaraan bawah air yang dikendalikan dari jarak jauh serta kebutuhan terhadap keterampilan dan teknologi *teleoperation* untuk meningkatkan interaksi manusia dengan kendaraan bawah air.

Kompetensi operator menjadi bagian penting karena pengoperasian UUV membutuhkan pemahaman terhadap karakteristik perangkat, sistem kendali, informasi sensor, kondisi lingkungan, dan prosedur kerja. Penguasaan terhadap perangkat memungkinkan operator memberikan respons yang sesuai terhadap informasi yang diterima selama pelaksanaan kegiatan. Kompetensi juga berkaitan dengan kemampuan memahami perubahan kondisi dan menentukan tindakan berdasarkan prosedur yang telah ditetapkan. Penelitian Thirtyacre et al. (2025) mengenai perbandingan pengoperasian kendaraan bawah air tanpa awak dan sistem udara tanpa awak menunjukkan pentingnya aspek manusia dalam proses pengoperasian sistem tanpa awak. Hasil tersebut dapat dikaitkan dengan penelitian ini karena efektivitas suatu perangkat tidak hanya ditentukan oleh kemampuan teknis perangkat, tetapi juga oleh kemampuan personel dalam mengendalikan dan memanfaatkan perangkat secara tepat. Kemampuan operator yang

memadai dapat mendukung penggunaan fitur teknologi secara optimal dan mengurangi kemungkinan kesalahan dalam pelaksanaan tugas.

Hubungan antara teknologi dan manusia juga dapat dilihat dari penelitian Asl dan Davari (2024) yang membahas peranan inovasi terhadap kinerja layanan maritim melalui penggunaan teknologi kapal tanpa awak. Pemanfaatan teknologi tanpa awak dapat memberikan dukungan terhadap peningkatan kinerja apabila inovasi tersebut diintegrasikan dengan kebutuhan pekerjaan dan kemampuan pengelolaan yang sesuai. Ali dan Obembe (2025) juga menempatkan pemanfaatan teknologi sebagai salah satu unsur yang dapat mendukung efektivitas operasional dalam organisasi maritim. Hasil penelitian ini memperkuat pemahaman bahwa teknologi perlu ditempatkan sebagai bagian dari sistem kerja yang melibatkan perangkat, manusia, prosedur, dan sumber daya pendukung. Tingkat kompetensi operator menjadi salah satu unsur yang menentukan apakah teknologi yang tersedia dapat digunakan secara efektif dalam kegiatan operasional.

Penelitian terdahulu mengenai pemanfaatan kendaraan bawah air juga menunjukkan bahwa teknologi tersebut memiliki manfaat yang disertai dengan berbagai tantangan teknis dan operasional. Arpas et al. (2025) membahas konsep pemanfaatan *Autonomous Underwater Vehicle* untuk meningkatkan keamanan bawah air dan menunjukkan adanya berbagai faktor yang perlu diperhatikan dalam penerapan teknologi, termasuk kemampuan perangkat dan dukungan operasional. Hariadi et al. (2024) membahas risiko penggunaan UUV terhadap keamanan maritim Indonesia, yang menunjukkan bahwa penggunaan teknologi bawah air perlu mempertimbangkan risiko yang dapat muncul selama pengoperasian. Hariwibowo dan Natanael (2024) mengkaji penggunaan UUV untuk kegiatan *Explosive Ordnance Disposal* dalam operasi tindakan perlawanan ranjau dan menunjukkan manfaat penggunaan UUV dalam mendukung tugas yang membutuhkan kemampuan bawah air. Hasil penelitian ini memiliki keterkaitan dengan penelitian tersebut karena efektivitas penggunaan UUV dipengaruhi oleh kesesuaian kemampuan perangkat dengan kebutuhan kegiatan serta kemampuan personel dalam mengoperasikannya.

Penelitian Sudiar dan Santoso (2025) mengenai perbandingan efektivitas robot permukaan dan bawah air dalam operasi penyelamatan maritim juga memberikan gambaran bahwa teknologi robotik dapat digunakan untuk membantu pelaksanaan

kegiatan pada lingkungan yang memiliki tantangan tertentu. Pemanfaatan robot bawah air memberikan peluang untuk melakukan kegiatan pengamatan dan pencarian dengan dukungan sistem yang dapat dikendalikan dari jarak tertentu. Ioannou et al. (2024) membahas teknologi untuk inspeksi dan pemantauan bawah air dalam operasi otonom, yang menunjukkan perkembangan penggunaan teknologi otomatis untuk memperoleh informasi dan mendukung kegiatan pemantauan. Liu dan Xie (2025) juga membahas penggunaan robot bawah air untuk inspeksi kabel laut serta kegiatan operasi dan pemeliharaan, yang memperlihatkan semakin luasnya pemanfaatan teknologi bawah air dalam pekerjaan yang membutuhkan akses terhadap lingkungan bawah permukaan. Temuan dari berbagai penelitian tersebut mendukung hasil penelitian ini bahwa pemanfaatan teknologi bawah air dapat memberikan dukungan terhadap pelaksanaan kegiatan apabila kemampuan perangkat disesuaikan dengan kebutuhan pekerjaan.

Hasil uji simultan menunjukkan bahwa pemanfaatan UUV dan kompetensi operator secara bersama-sama memiliki pengaruh signifikan terhadap efektivitas operasi. Nilai *F hitung* sebesar 38,726 dengan signifikansi 0,000 menunjukkan bahwa kedua variabel independen secara bersama-sama berhubungan dengan variabel efektivitas operasi. Nilai *R Square* sebesar 0,624 menunjukkan bahwa pemanfaatan UUV dan kompetensi operator mampu menjelaskan sebesar 62,4% variasi efektivitas operasi, sedangkan 37,6% berkaitan dengan faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model penelitian. Faktor lain tersebut dapat mencakup kesiapan perangkat, dukungan logistik, kualitas komunikasi, pemeliharaan, pengalaman personel, kondisi lingkungan laut, ketersediaan energi, serta sistem pendukung kegiatan. Bae dan Hong (2023) serta Wibisono et al. (2023) menunjukkan bahwa pengembangan dan pengoperasian kendaraan bawah air melibatkan berbagai komponen teknologi yang saling berhubungan, sehingga efektivitas penggunaannya tidak hanya ditentukan oleh satu faktor.

Hubungan antara pemanfaatan UUV dan kompetensi operator dapat dipahami sebagai hubungan antara kemampuan teknologi dan kemampuan manusia dalam menghasilkan kinerja yang diharapkan. UUV dengan kemampuan teknis yang baik tetap membutuhkan operator yang mampu memahami sistem, menjalankan perangkat, membaca informasi, dan menangani kondisi pengoperasian sesuai prosedur. Pada sisi lain, operator dengan kompetensi tinggi membutuhkan perangkat yang memiliki tingkat keandalan dan kemampuan teknis yang sesuai dengan kebutuhan pekerjaan. Xia et al.

(2025) menekankan pentingnya keterampilan operator dan interaksi manusia dengan kendaraan bawah air, sedangkan Alexandris et al. (2024) menunjukkan pentingnya sistem navigasi dan penentuan posisi bagi kemampuan operasional UUV. Kombinasi kedua aspek tersebut dapat memberikan dukungan yang lebih baik terhadap pencapaian sasaran kegiatan karena teknologi dan sumber daya manusia bekerja sebagai bagian dari satu sistem.

Temuan penelitian ini juga memberikan gambaran bahwa peningkatan efektivitas operasi membutuhkan perhatian pada dua unsur utama, yaitu kesiapan teknologi dan kesiapan sumber daya manusia. Peningkatan pemanfaatan UUV dapat dilakukan melalui penggunaan perangkat sesuai kebutuhan kegiatan, pemeliharaan yang teratur, pemeriksaan fungsi, pengembangan kemampuan sistem, serta peningkatan kemampuan integrasi dengan sistem pendukung. Peningkatan kompetensi operator dapat dilakukan melalui pendidikan, pelatihan, latihan pengoperasian, simulasi, evaluasi kemampuan, dan pengembangan pengalaman penggunaan perangkat. Noh et al. (2023) menunjukkan bahwa pengoperasian *Autonomous Underwater Vehicle* pada lingkungan tertentu memiliki risiko yang perlu dianalisis melalui pendekatan sistematis, sehingga kesiapan teknologi dan prosedur pengoperasian menjadi bagian penting dalam pengelolaan risiko. Hasil tersebut mendukung temuan penelitian bahwa peningkatan efektivitas membutuhkan pengelolaan teknologi dan kemampuan manusia secara terpadu.

Penelitian Sinaga et al. (2025) mengenai integrasi *Unmanned Aerial Vehicle* dalam pengawasan akses laut dan udara menunjukkan bahwa integrasi sistem tanpa awak dapat memberikan dukungan terhadap efektivitas pengawasan apabila didukung oleh personel yang memiliki kemampuan sesuai kebutuhan sistem. Walaupun objek teknologi yang digunakan berbeda dengan UUV, prinsip hubungan antara teknologi tanpa awak, kemampuan personel, dan efektivitas kegiatan memiliki keterkaitan dengan hasil penelitian ini. Wu et al. (2025) juga membahas penerapan sistem kendaraan tanpa awak dalam kegiatan penegakan hukum maritim, yang memperlihatkan bahwa teknologi tanpa awak dapat menjadi bagian dari sistem kegiatan maritim yang membutuhkan dukungan teknologi, pengendalian, dan pengelolaan sumber daya manusia. Hasil tersebut memperluas pemahaman bahwa pemanfaatan sistem tanpa awak dapat memberikan kontribusi terhadap efektivitas berbagai kegiatan maritim apabila teknologi digunakan sesuai kebutuhan dan didukung oleh personel yang mampu mengoperasikannya.

Penelitian ini menambahkan pembahasan melalui pengujian empiris mengenai hubungan pemanfaatan UUV dan kompetensi operator terhadap efektivitas operasi dengan menggunakan data dari 50 responden.

Berdasarkan hasil penelitian dan keterkaitannya dengan penelitian terdahulu, pemanfaatan UUV dapat dipandang sebagai salah satu faktor teknologi yang mendukung efektivitas kegiatan bawah air, sedangkan kompetensi operator merupakan faktor sumber daya manusia yang mendukung keberhasilan penggunaan teknologi tersebut. Kedua faktor tersebut menunjukkan hubungan yang signifikan dengan efektivitas operasi berdasarkan hasil pengujian statistik dalam penelitian ini. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa peningkatan kemampuan perangkat perlu diikuti dengan peningkatan kemampuan personel agar teknologi dapat digunakan sesuai fungsi dan kebutuhan kegiatan. Penelitian terdahulu mengenai sistem navigasi, kendaraan tanpa awak, teknologi inspeksi bawah air, kemampuan operator, risiko pengoperasian, dan integrasi teknologi maritim memberikan dukungan teoritis terhadap hubungan yang ditemukan dalam penelitian ini. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan kajian berikutnya yang memasukkan faktor lain, seperti kesiapan peralatan, sistem komunikasi, dukungan logistik, pemeliharaan, kondisi lingkungan, pengalaman operator, dan integrasi sistem, sehingga pemahaman mengenai faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas penggunaan UUV dapat dikembangkan secara lebih luas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap 50 responden, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan *Unmanned Underwater Vehicle* (UUV) memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap efektivitas operasi peperangan laut khusus oleh Kopaska, yang ditunjukkan melalui nilai koefisien regresi sebesar 0,487, nilai *t hitung* 4,348, dan signifikansi 0,000. Kompetensi operator juga memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap efektivitas operasi dengan nilai koefisien regresi sebesar 0,329, nilai *t hitung* 3,046, dan signifikansi 0,004. Hasil uji *F* menunjukkan nilai 38,726 dengan signifikansi 0,000, sehingga pemanfaatan UUV dan kompetensi operator secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap efektivitas operasi. Nilai *R Square* sebesar 0,624 menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut mampu menjelaskan 62,4% variasi efektivitas operasi, sedangkan 37,6% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dianalisis

dalam penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimalisasi pemanfaatan UUV perlu didukung oleh kemampuan operator yang memadai agar teknologi dapat memberikan kontribusi terhadap pencapaian tujuan, ketepatan pelaksanaan, efisiensi, dan keberhasilan operasi peperangan laut khusus.

Berdasarkan hasil penelitian, Kopaska disarankan meningkatkan pemanfaatan UUV melalui penguatan kesiapan perangkat, pemeliharaan berkala, peningkatan keandalan sistem, serta penyesuaian kemampuan UUV dengan kebutuhan pelaksanaan operasi. Kompetensi operator perlu ditingkatkan melalui pendidikan dan pelatihan yang terarah, latihan pengoperasian secara berkala, penguasaan sistem kendali, pemahaman karakteristik perangkat, kemampuan membaca informasi, dan latihan menghadapi gangguan teknis selama penggunaan UUV. Organisasi juga perlu melakukan evaluasi berkala terhadap kemampuan personel dan kondisi perangkat untuk mengetahui kebutuhan peningkatan kemampuan secara tepat. Penelitian berikutnya disarankan menambahkan variabel lain seperti dukungan logistik, kesiapan peralatan, kualitas komunikasi, pemeliharaan, pengalaman personel, dan kondisi lingkungan laut agar faktor yang menjelaskan efektivitas operasi dapat dianalisis secara lebih luas. Penggunaan jumlah responden yang lebih besar serta kombinasi data kuesioner dengan data kinerja operasional juga dapat meningkatkan kekuatan hasil penelitian dan memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai efektivitas pemanfaatan UUV dalam mendukung operasi peperangan laut khusus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, arahan, dan motivasi selama proses penyusunan penelitian ini. Apresiasi disampaikan kepada pihak yang telah meluangkan waktu, memberikan informasi, serta membantu kelancaran pelaksanaan penelitian hingga dapat diselesaikan dengan baik. Semoga segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

Alexandris, C., Papageorgas, P., & Piromalis, D. (2024). Positioning systems for unmanned underwater vehicles: A comprehensive review. *Applied Sciences*, *14*(21), 9671.

Ali, B., & Obembe, E. (2025). Leveraging Technology for Enhanced Operational Effectiveness in the Nigerian Navy. *Journal of Science Innovation and Technology Research*.

Arpas, F. P. A., Delano, A., & Kurniawan, P. (2025). CONCEPT OF AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE UTILIZATION TO ENHANCE UNDERWATER SECURITY IN THE NATUNA SEA. *Betelgeuse Journal*, *2*(2), 23–41.

Asl, H. R., & Davari, A. (2024). The Role of Innovation in the Performance of Maritime Services Using Unmanned Vessel Technologies. *Management Strategies and Engineering Sciences*, *6*(5), 105–111.

Bae, I., & Hong, J. (2023). Survey on the developments of unmanned marine vehicles: Intelligence and cooperation. *Sensors*, *23*(10), 4643.

Hariadi, I., Nurhartonosuro, I. M., Musani, I., & Lusiani, F. (2024). Analisis resiko penggunaan Unmanned Underwater Vehicle (UUV) terhadap keamanan maritim Indonesia. *Judge: Jurnal Hukum*, *5*(02), 265–274.

Hariwibowo, R., & Natanael, R. (2024). Analisis Unmanned Underwater Vehicle Explosive Ordnance Disposal Dalam Pelaksanaan Operasi Tindakan Perlawanan Ranjau Guna Mendukung Tugas TNI AL. *Betelgeuse Journal*, *1*(2), 1–13.

Hidayati, B., Atikawati, D., Koentjoro, M. P., Muzakki, F., Uswah, C., Hermawan, A., Sulistyo, H., Pertama, M., Putra, A. P., & Purwito, A. D. (2025). *Ketahanan Nasional di Era Digital Kepemimpinan, Teknologi dan Keamanan*. Universitas Brawijaya Press.

Ioannou, G., Forti, N., Millefiori, L. M., Carniel, S., Renga, A., Tomasicchio, G., Binda, S., & Braca, P. (2024). Underwater inspection and monitoring: Technologies for autonomous operations. *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, *39*(5), 4–16.

Kanashiro, R. A., Piai Paiva, J. C., Nunes, W. R. B. M., & De Melo, L. F. (2025). Remotely Operated and Autonomous Underwater Vehicles in Offshore Wind Farms: A Review on Applications, Challenges, and Sustainability Perspectives. *Sustainability*, *18*(1), 2.

Kilinc, N. U. (2025). The Strategic Integration of Unmanned Systems in Maritime Operations: A Comprehensive Analysis of Technological Capabilities, Human Factors, and Cybersecurity Frameworks Beyond 2030. *Research Gate*.

Liu, X., & Xie, S. (2025). Innovative strategy and practice of using underwater robot for marine cable inspection and operation and maintenance. *Cognitive Robotics*, *5*, 226–239.

Mutmainnah, M., & Yuliana, Y. (2026). *Eksplorasi Perikanan Tangkap dan Pengelolaan Ekosistem Pulau-Pulau Kecil Berbasis Keberlanjutan dan Teknologi*. CV Eureka Media Aksara.

Noh, H., Kang, K., & Park, J.-Y. (2023). Risk analysis of autonomous underwater vehicle operation in a polar environment based on fuzzy fault tree analysis. *Journal of Marine Science and Engineering*, *11*(10), 1976.

Sinaga, J., Budiman, A., & Pandjaitan, M. B. (2025). The impact of unmanned aerial vehicle (UAV) integration on the effectiveness of sea and air access control in the ALKI 1 region. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, *6*(5), 51–59.

Sudiar, A., & Santoso, B. (2025). ANALISIS KOMPARATIF EFEKTIVITAS ROBOT PERMUKAAN DAN BAWAH AIR DALAM OPERASI PENYELAMATAN MARITIM. *INOVTEK Polbeng*, *15*(2), 146–154.

Thirtyacre, D., Cerreta, J., Miller, P., Luthi, K., & Thirtyacre, J. (2025). An Operational Field Study: A Comparison of Piloting Uncrewed Underwater Vehicles and Uncrewed Aircraft Systems. *Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE2025), Vol. 199, 2025, 732–748*, *199*(2025), 732.

Wibisono, A., Piran, M. J., Song, H.-K., & Lee, B. M. (2023). A survey on unmanned underwater vehicles: Challenges, enabling technologies, and future research directions. *Sensors*, *23*(17), 7321.

Wu, W., Sun, Q., & Yang, H. (2025). The application of unmanned vehicle systems during the course of maritime law enforcement. *Frontiers in Marine Science*, *12*, 1672951.

Xia, P., McSweeney, K., Crippen, K., & Du, E. J. (2025). Enhancing Subsea ROV Operations: A Survey of Operator Challenges, Essential Skills, and Novel Teleoperation Technologies. *Marine Technology Society Journal*, *59*(3), 31–48.

Yang, L., Zhao, S., Wang, X., Shen, P., & Zhang, T. (2022). Deep-sea underwater cooperative operation of manned/unmanned submersible and surface vehicles for different application scenarios. *Journal of Marine Science and Engineering*, *10*(7), 909.

Yang, X., Zhang, Y., Li, R., Zheng, X., & Zhang, Q. (2024). Learning underwater intervention skills based on dynamic movement primitives. *Electronics*, *13*(19), 3860.