



### ANALISIS PEMANFAATAN *AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE* (AUV) HUGIN 1000 GUNA Mendukung Operasi Pushidrosal

Yogo Pratomo<sup>1</sup>, Christian Lumban Tobing<sup>2</sup>, Octav Bayu Dirgantara<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut Jalan Ciledug Raya No. 2, Kompleks Seskoal, RT.04/RW.11 Cipulir, Kby. Lama, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12230, Indonesia Telp. +62 217222666

**Abstract** - The territory of the Unitary State of the Republic of Indonesia has sea waters that are wider than the land area, besides that the sea waters area has a wealth of diverse natural resources both in the fields of hydrography and oceanography. However, if faced with other threats originating from below the surface of the water, such as the Autonomous Underwater Vehicle (AUV), ships on the water will find it difficult to detect because the AUV has secrecy and intrusion properties that are difficult for opponents to detect. The Hugin 1000 Autonomous Underwater Vehicle has a navigation system and survey equipment system with acoustic wave transmission which is influenced by the physical properties of the water medium such as temperature and salinity. Every change in the physical properties of water is largely determined by the depth of the water column and its geographic location. The concept of winning a war at sea is that we are able to master the underwater battlefield to provide an advantage that can be used to defeat the opposing forces. The concept of underwater warfare is more complicated than warfare over water, because not only do we have to gain technological superiority from our opponents, but also knowledge and sufficient information about the characteristics of our own combat/operations mandala such as the completeness of hydrographic and oceanographic data. The development and advancement of technology in the field of underwater detection is so rapid that understanding the information dynamics of hydro-oceanographic parameters is one of the keys in determining the superiority of the battle. With good data in the form of hydrographic and oceanographic data, it will be easier to determine strategies in battle. The concept of underwater warfare is more complicated than warfare over water, because not only do we have to gain the advantage of the opponent's technology, but also knowledge and sufficient information about the characteristics of the combat/operational mandala itself, such as the completeness of hydro-oceanographic data.

**Keywords:** Autonomous Underwater Vehicle, hydro-oceanographic survey, Utilization, information

**Abstrak** - Wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia memiliki perairan laut lebih luas dari pada wilayah daratan, selain itu wilayah perairan laut memiliki kekayaan sumber daya alam yang beraneka ragam baik dalam bidang hidrografi dan oseanografi. Namun jika dihadapkan dengan ancaman lain yang berasal dari bawah permukaan air seperti *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV) maka kapal atas air akan merasa kesulitan untuk mendeteksi karena AUV memiliki sifat kerahasiaan dan penyusupan yang sulit untuk dideteksi lawan. *Autonomous Underwater Vehicle* Hugin 1000 memiliki sistem navigasi dan sistem peralatan survei dengan transmisi gelombang akustik yang dipengaruhi oleh kondisi sifat-sifat fisik medium air seperti halnya suhu dan salinitas. Setiap perubahan sifat fisik air sangat ditentukan oleh kedalaman kolom air dan letak geografisnya. Konsep kemenangan perang di laut adalah kita mampu menguasai mandala perang bawah air untuk memberikan keunggulan yang mampu dimanfaatkan untuk mengalahkan kekuatan lawan. Konsep peperangan bawah air lebih rumit dibanding peperangan atas air, karena bukan saja kita harus memperoleh keunggulan teknologi dari lawan, namun juga pengetahuan dan kecukupan informasi tentang karakteristik mandala tempur/operasi sendiri seperti kelengkapan data hidrografi dan data oseanografi. Perkembangan dan kemajuan teknologi bidang deteksi bawah air demikian pesatnya, sehingga pemahaman akan informasi dinamika parameter hidro-oseanografi menjadi salah satu kunci dalam menentukan keunggulan pertempuran. Dengan adanya data baik berupa data hidrografi dan oseanografi tersebut maka akan lebih mudah untuk menentukan strategi dalam pertempuran. Konsep peperangan bawah air lebih rumit dibanding peperangan atas air, karena bukan saja kita harus memperoleh keunggulan teknologi lawan, namun juga pengetahuan dan kecukupan informasi tentang karakteristik mandala tempur/operasi sendiri seperti kelengkapan data hidro-oseanografi.

Kata kunci: *Autonomous Underwater Vehicle*, survei hidro-oseanografi, Pemanfaatan, informasi.



### PENDAHULUAN

AUV Hugin 1000 merupakan peralatan survei hidro-oseanografi yang diproduksi oleh Kongsberg dengan kemampuan survei hidrografi dan oseanografi serta melaksanakan investigasi kedalaman, riset dan observasi di bawah laut yang dapat dioperasikan secara full autonomous dan semi autonomous.[1][2] Fungsi dari *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV) Hugin 1000 pada bidang militer memiliki perang yaitu sebagai pengganti kapal permukaan untuk memantau daerah yang dilindungi atau wilayah terbatas sebagai data informasi intelijen pada bidang hidrografi dan oseanografi.[3] Sedangkan pada masa damai, AUV digunakan untuk melaksanakan survei dan pemetaan dibidang investigasi yang tidak dapat dijangkau oleh peralatan survei dari permukaan, dapat dimanfaatkan dalam perbaikan lingkungan yaitu memeriksa struktur lautan yang mencakup *pipelines, dams*, pemetaan geologi dan sebagai monitor keadaan bawah laut.[4] dan monitoring jangka panjang, memantau keadaan laut dan penaksiran *resource*, serta mengkontruksi dan memelihara struktur bawah laut atau lebih ditekankan untuk misi hidro-oseoanografi dan beragam penelitian. Kendaraan Nirawak bawah laut merupakan sebuah kendaraan yang beroperasi di laut tanpa keberadaan manusia didalam kendaraan tersebut.[5] Namun, keunggulan dari alat ini kerap kali digunakan oleh beberapa oknum untuk menyeberangi perbatasan wilayah laut tanpa izin (intrusi) dan sehingga dapat menimbulkan masalah baik permasalahan keamanan dan pertahanan sebuah negara karena aktifitas ilegal sistem survei Nirawak ini.[6] Jenis dari kendaraan Nirawak bawah laut itu sendiri dibagi menjadi 2, yaitu AUV (*Autonomous Underwater Vehicle*) yaitu jenis kendaraan bawah laut tanpa awak yang bergerak secara otomatis, dan ROV (*Remote Operated Vehicle*) yaitu kendaraan bawah laut tanpa awak yang pergerakannya dapat dikendalikan interfensi oleh manusia dari jarak jauh. [7][8]

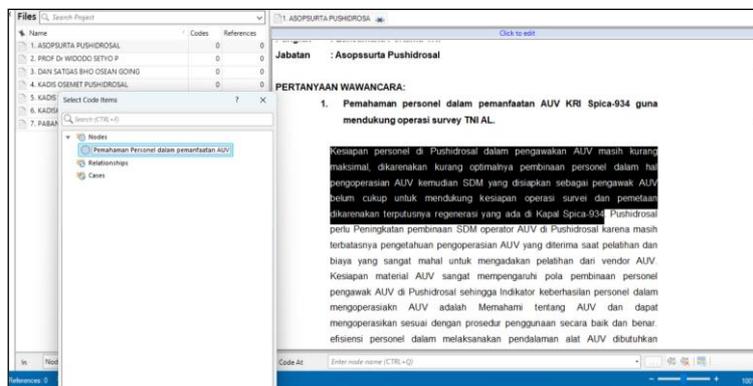
AUV adalah perangkat yang dikendalikan di dalam air dengan menggunakan sistem penggerak, dikontrol dan dikemudikan (dikendalikan) oleh perangkat komputer, dan bermanuver pada tiga dimensi.[9] Pengamatan tersebut merupakan pengembangan yang telah dilakukan untuk meneliti sebuah data hidro-oseanografi yang bertujuan untuk kepentingan tertentu, sehingga betapa canggihnya peralatan tersebut dalam mendapatkan informasi dengan meminimalisir keterlibatan personel. AUV Hugin 1000 memiliki kemampuan untuk mendeteksi objek sampai kedalaman 1000 meter, bilamana alat survei permukaan seperti *multibeam echosounder* atau *side scan sonar* tidak mampu memberikan informasi maksimal, maka AUV merupakan alat yang efektif digunakan untuk mendeteksi objek.[10][11] Bilamana kapal selam survei diturunkan untuk mendeteksi objek maka ada resiko personel pengawak yang berada di dalamnya pada saat melakukan penyelaman tetapi AUV akan memberikan resiko yang kecil bilamana alat tersebut melaksanakan penyelaman untuk mendeteksi objek karena AUV Hugin 1000 dapat di gerakkan menggunakan mode full *autonomous* atau *semi autonomous*. [12]

Pushidrosal dimana Instansi tersebut merupakan lembaga survei hidrografi TNI Angkatan Laut yang berskala Internasional baik untuk kepentingan militer maupun sipil.[13][14] Keberadaan *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV) Hugin 1000 berada di KRI BHO Pushidrosal yang berada di bawah komando Satuan Survei Pushidrosal.[15] Dalam penggunaannya AUV Hugin 1000 telah digunakan dalam pelatihan dengan pendampingan dari OCEA dan Kongsberg di Teluk Semangka Lampung tahun 2016.. Dari besarnya tanggung jawab KRI BHO Pushidrosal dalam melaksanakan survei dalam pemenuhan kebutuhan *update* peta pelayaran, kebutuhan AUV di KRI BHO sering terabaikan, hal ini menjadikan pelaksanaan pelatihan dan penggunaan AUV menjadi berkurang yang menimbulkan kurang rasa percaya diri dalam melaksanakan *deploy* AUV Hugin 1000. Dari permasalahan tersebut mengakibatkan pemahaman personel dalam mengoperasikan AUV menjadi berkurang, pemanfaatan data AUV belum dapat digunakan, sehingga AUV KRI BHO belum siap untuk mendukung operasi survei TNI Angkatan Laut.

### METODE



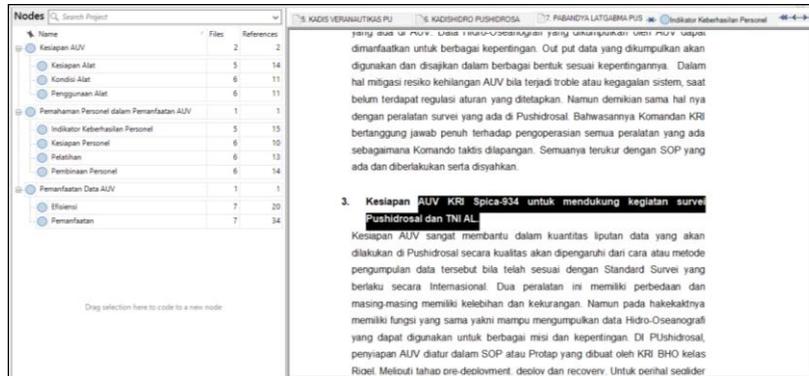
Penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Metode penelitian kualitatif merupakan suatu cara yang digunakan untuk menjawab masalah penelitian yang berkaitan dengan data berupa narasi yang bersumber dari aktivitas wawancara, pengamatan dan dokumentasi. Penelitian dengan metode deskriptif kualitatif merupakan penelitian yang dilakukan secara menyeluruh terhadap suatu objek. Peneliti menjadi instrumen utama dalam suatu penelitian kualitatif. Kemudian, hasil penelitian dijelaskan dalam bentuk kata-kata yang diperoleh melalui data yang valid. Hal ini disebabkan penelitian kualitatif lebih menekankan makna daripada generalisasi. Dan datanya tidak dapat diselesaikan dengan perhitungan statistik. Selain itu, hasil penelitian kualitatif dapat juga berupa uraian mendalam tentang ucapan, tulisan atau perilaku yang diamati suatu individu, kelompok, masyarakat atau organisasi tertentu dalam suatu keadaan, konteks tertentu yang dikaji dari sudut pandang yang menyeluruh. Data primer diperoleh dari hasil wawancara dari narasumber yang mempunyai keilmuan dan keahlian dibidang AUV hugin 1000. Kemudian dari hasil wawancara tersebut dilanjutkan pada tahap *input data* transkrip hasil wawancara kedalam *tools Nvivo 12 Pro*, dengan melakukan *coding* terhadap hasil wawancara yang diperoleh dari *software Nvivo 12 Pro*. [16][17] Karena aplikasi ini dapat membantu peneliti untuk memberikan kategori dan tema yang lebih spesifik terhadap hasil penelitian dan hasil triangulasi yang akurat dari hasil wawancara antar narasumber atau informan pada pertanyaan penelitian. Pada pemeriksaan validitas data wawancara penelitian dengan antar narasumber atau informan, peneliti menggunakan aplikasi *Nvivo 12 Pro* sehingga membantu peneliti untuk menarik kesimpulan. Adapun proses pembuatan *codes* pada pengolahan data hasil wawancara terkait pemanfaatan AUV KRI Spica-934 guna mendukung operasi survei TNI AL disajikan pada gambar 1 sebagai berikut:



Sumber: Hasil olahan Peneliti 2023

**Gambar 1** Proses pembuatan *codes* hasil wawancara pada *Nvivo*

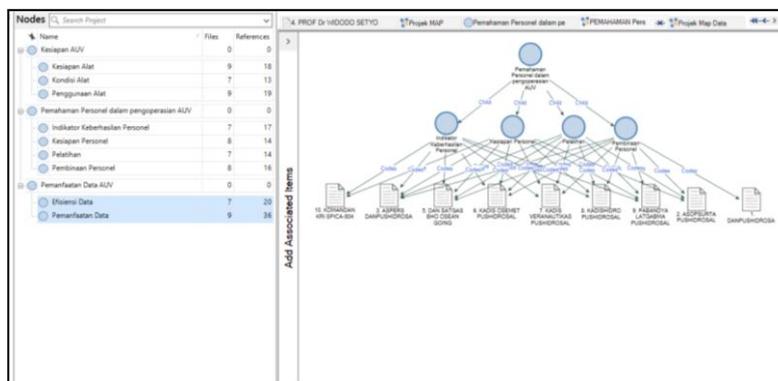
Proses pembuatan *codes* disesuaikan dengan jumlah variabel pertanyaan penelitian dan pertanyaan dengan masing-masing sub variabel pertanyaan penelitian yang telah ditanyakan kepada para narasumber atau informan. Selanjutnya setelah dilaksanakan proses pembuatan *codes* Langkah berikutnya adalah diproses *Nodes* seperti yang nampak pada gambar 2.



Sumber: Hasil olahan Peneliti 2023

**Gambar 2** Proses *nodes* data hasil wawancara pada *Nvivo*

Proses *nodes* terhadap kalimat yang ada, diperoleh dari tiap-tiap informan yang telah dikumpulkan. Selanjutnya kegiatan *coding* yang telah dilakukan akan memberikan gambaran mengenai pertanyaan-pertanyaan yang terkait dengan *variable* pertanyaan penelitian. Kemudian dilanjutkan proses pembuatan *project map* sebagaimana yang ditampilkan pada gambar 3 Langkah selanjutnya adalah melaksanakan analisis dari hasil pengolahan data dari *tools Nvivo*.

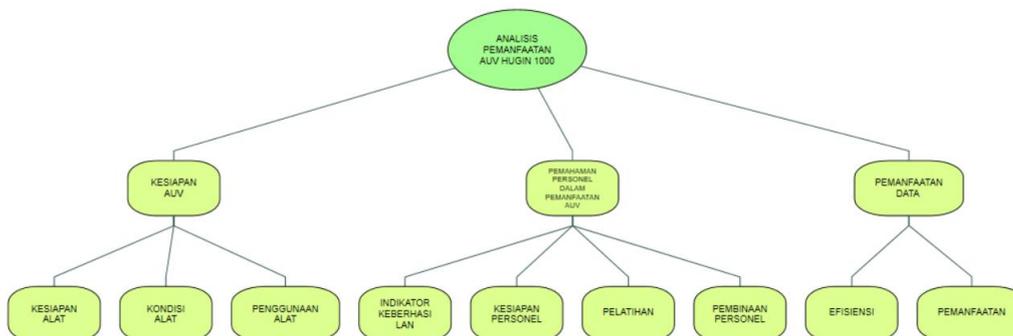


Sumber: Hasil olahan Peneliti 2023

**Gambar 3** Proses pembuatan *project map* pada *Nvivo*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dari hasil wawancara dengan narasumber sebagai pendukung peneliti dalam menentukan analisa, adapun narasumber yang diambil sebagai *expert* bidang AUV terkait dengan pemahaman personel, pemanfaatan data dan kesiapan AUV guna mendukung operasi survei TNI Angkatan laut mengambil Narasumber yang terdiri dari sembilan personel dari Pushidrosal dan satu narasumber dari Brin. Beberapa narasumber yang berdinias di pushidrosal memiliki hubungan dengan peralatan AUV dalam memberikan gambaran serta penjelasan yang dapat dipercaya antara lain Danpushidrosal, Asopssurta Danpushidrosal, Aspers Danpushidrosal, Dansatgas BHO *Ocean Going*, Kadisosemet pushidrosal, Kadisveranautikas Pushidrosal, Kadishidro pushidrosal, Pabandya Latgabma dan komandan KRI Spica-934, sedangkan narasumber dari Brin adalah Prof Dr Widodo Setyo Pranowo. Pada hasil Floating Idea terdapat 3 pokok pembahasandan terdapat 9 sub pembahasan yang dapat dilihat pada gambar 4.



Sumber : Hasil Olahan Peneliti 2023

**Gambar 4** Floating Idea Analisis Pemanfaatan AUV Hugin 1000

Analisa data lapangan dapat dilaksanakan setelah semua data pendukung penelitian telah terkumpul, baik data primer maupun data sekunder, dengan demikian peneliti terhindar dari salah interpretasi. Pada *software Nvivo 12 Pro* terdapat *tools analisis data query*. *Tools* ini dapat membantu peneliti guna mengeksplorasi kata-kata yang paling sering muncul (frekuensi) pada data penelitian yang dilakukan. Kata-kata yang memiliki makna yang sama dapat dikategorikan dalam kelompok yang sama. Salah satu contoh yang dilakukan oleh peneliti adalah melakukan pencarian atau *text search query* dari kata “AUV” dan kata-kata lain yang memiliki kesamaan makna di semua transkrip wawancara dengan informan. Hasilnya ditemukan 37 kata pada transkrip informan Asopssurta pada gambar 5.

Word	Length	Count	Weighted Percentage (%)	Similar Words
yang	3	37	5,31	yang
dan	3	21	3,01	dan
untu	5	20	2,87	untu
dala	5	14	2,01	dalam
dapa	5	14	2,01	dapat
push	11	12	1,72	pushhidrosal
surv	6	11	1,58	survei
baik	4	10	1,43	baik
pers	6	10	1,43	personal
den	6	9	1,29	dengan
digu	9	9	1,29	digunakan
mau	6	9	1,29	maupun
alat	4	7	1,00	alat
data	4	7	1,00	data
lensa	6	7	1,00	lensa
oleh	4	7	1,00	oleh

Sumber: Hasil olahan Peneliti 2023

**Gambar 5.** Hasil *Text Search Query* Kata “AUV”

Hasil analisis dilaksanakan pendalaman yang terbagi menjadi sub pembahasan sehingga hasil dari wawancara dari narasumber dapat dilaksanakan pendalaman lebih intensif untuk mendapatkan pokok permasalahan sebagai kesimpulan penulisan.

### 1 Pemahaman personel dalam mengoperasikan AUV.

Pada aspek pemahaman personel dengan *length* 5 dan *count* 64 data menunjukkan bahwa kata yang sering muncul adalah personel pada gambar 6. Hal ini dapat disimpulkan bahwasannya dari pendapat dari ke tujuh informan mengemukakan jika AUV memiliki keterkaitan dengan personel dalam mengoperasikan AUV. Sedangkan untuk hasil project map dapat dilihat pada gambar 7.





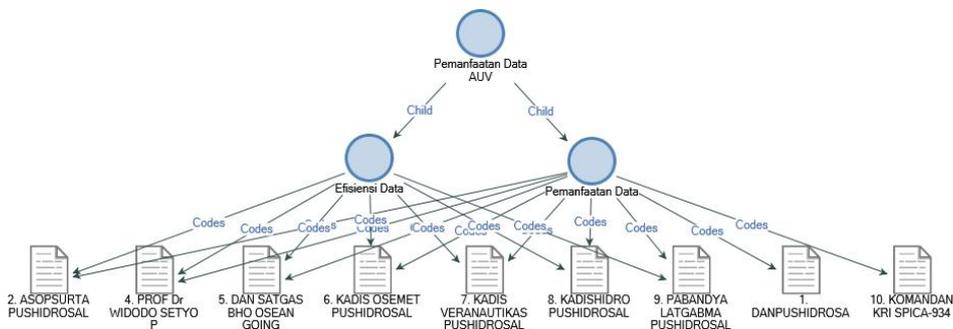
2 Pemanfaatan Data AUV.

Pada aspek pemanfaatan data AUV dengan *length* 4 dan *count* 50 data menunjukkan bahwa kata yang sering muncul adalah data (gambar 9). Hal ini dapat disimpulkan bahwasannya dari pendapat dari ke tujuh informan mengemukakan jika AUV memiliki keterkaitan dengan data dalam pemanfaatan AUV. Kemudian pada gambar 10. Gambaran menggunakan project map untuk menampilkan hubungan antara narasumber satu dengan narasumber yang lain.



Sumber: Hasil olahan Peneliti 2023

Gambar 9 Tampilan word cloud pada aspek Pemanfaatan Data AUV



Sumber: Hasil olahan Peneliti 2023

Gambar 10. Project Map hasil olahan data pada aspek pemanfaatan data AUV

Pembahasan pada aspek pemanfaatan data terdapat dua sub pembahasan yaitu efisiensi data dan pemanfaatan data:

a. Efisiensi Data.

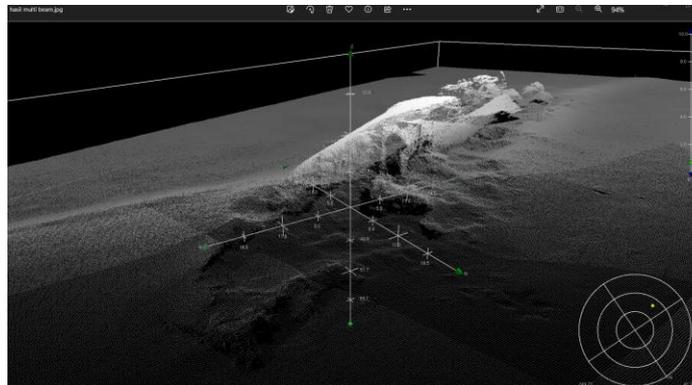
AUV efektif digunakan untuk keperluan investigasi baik untuk investigasi dalam rangka SAR maupun investigasi gunung bawah laut. Efektif untuk daerah yang rawan dan tidak dapat dijangkau oleh kapal atas permukaan, serta AUV dapat di setting sesuai daerah yang dituju seperti palung laut, digunakan dalam operasi survei pada gunung bawah laut karena AUV memiliki peralatan hidrografi seperti MBES, SSS, yang dapat menampilkan dasar permukaan laut, kemudian di bidang oseanografi data temperatur dapat mengukur anomali dari panas bumi di laut. Tujuan AUV adalah sebagai *drone* laut dapat menjangkau area tertentu yang dapat membahayakan personel di area survei dan meminimalisir kecelakaan personel. Dapat dimanfaatkan dalam operasi gabungan untuk mendukung kegiatan karena AUV adalah alat yang memiliki kemampuan untuk menyusup



dengan kemampuan pengambilan data hidrografi dan oseanografi sehingga data tersebut dapat digunakan sebagai data awal untuk memberikan informasi dibidang hidrografi.

b. Pemanfaatan Data.

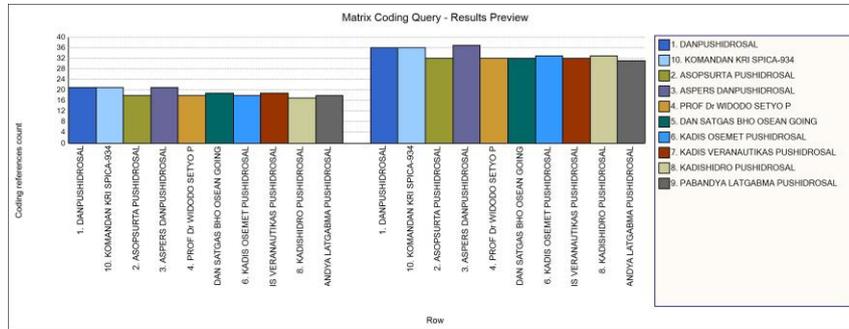
melaksanakan operasi gabungan diharapkan AUV dapat dimaksimalkan dalam mendukung kegiatan operasi dalam hal memberikan informasi dibidang hidrografi dan oseanografi sebagai data awal karena AUV tersebut memiliki fungsi seperti drone udara yang dapat di kendalikan untuk menuju ke daerah tertentu untuk mendeteksi objek, sehingga AUV sangat memungkinkan dapat digunakan sebagai peralatan yang dapat menjelajah daerah lawan dengan misi kerahasiaan untuk data intelijen guna mendukung operasi TNI AL. AUV Hugin 1000 sangat dibutuhkan pada kegiatan-kegiatan survei oleh Pushidrosal, baik untuk kepentingan umum maupun militer.



Sumber : Pushidrosal

**Gambar 11** Hasil investigasi menggunakan AUV Hugin 1000

Menurut S-44 IHO maupun C-13 IHO data AUV dapat digunakan dalam peta bathimetri sesuai dengan koreksi dan tingkat validitas data. Data Oseanografi yang dikumpulkan oleh AUV dapat dimanfaatkan untuk kepentingan militer maupun penelitian lainnya, seperti cepat rambat gelombang suara, penentuan thermocline, Internal Solitari Wave (ISW), arah dan kecepatan arus laut serta penelitian perikanan terhadap *zooplanktoon* maupun *phytoplanktoon*. Dapat digunakan baik data hidrografi dan oseanografi karena AUV juga memiliki koreksi kedalaman serta alat yang digunakan juga sama dengan alat survei yang ada di permukaan sehingga data hasil survei dari AUV dapat dimasukkan kedalam peta bathimetri untuk kebutuhan navigasi pelayaran. Kemampuannya yang dapat melakukan pengukuran hingga kedalaman 1000 meter sangat cocok dengan karakteristik perairan di Indonesia. Khususnya dapat digunakan pada kasus investigasi posisi kedalaman kerangka kapal atau pesawat yang mengalami kecelakaan laut hingga kedalaman 1000 meter. Fungsi dari AUV dapat digunakan sebagai wahana SAR, data AUV dapat digunakan untuk peta navigasi pelayaran dengan mengambil data dibidang hidrografi seperti kedalaman laut, pencitraan dasar laut dan oseanografi seperti data arus dan CTD. Pada aspek pemanfaatan Data AUV dari gambar 12 terdapat kesesuaian terhadap analisa nara sumber dengan *code referance acount* sebesar 36 dan nilai terendang berada pada angka 20.



Sumber: Hasil olahan Peneliti 2023

Gambar 12 Grafik Pemanfaatan Data dengan Matrix Coding Query

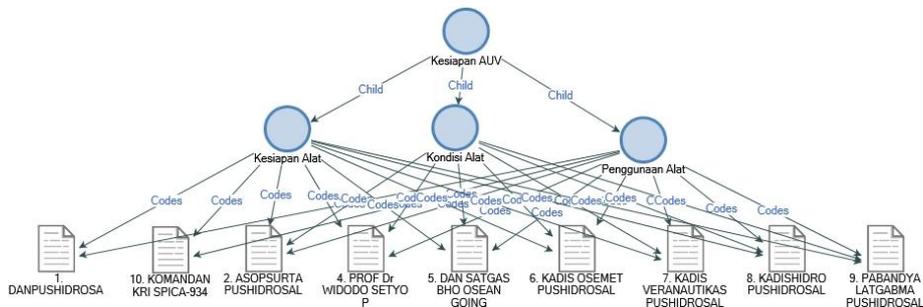
### 3 Kesiapan AUV

Pada aspek kesiapan AUV dengan *length* 6 dan *count* 31 data menunjukkan bahwa kata yang sering muncul adalah digunakan Survei pada gambar 13. Hal ini dapat disimpulkan bahwasannya dari pendapat dari ke tujuh informan mengemukakan jika AUV memiliki keterkaitan dengan penggunaan Survei. Sedangkan hasil project map dapat dilihat pada gambar 14.



Sumber: Hasil olahan Peneliti 2023

Gambar 13. Tampilan word cloud pada aspek Kesiapan AUV



Sumber: Hasil olahan Peneliti 2023

Gambar 14 Project Map hasil olahan data Nvivo pada aspek Kesiapan AUV



a. Kesiapan Alat.

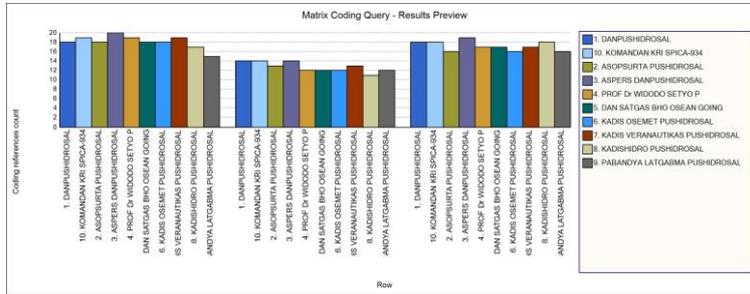
Peralatan AUV akan dimaksimalkan kembali untuk kebutuhan operasi survei dan pemetaan dengan harapan peralatan AUV tersebut dapat dimaksimalkan untuk daerah yang akan dilaksanakan investigasi sampai kedalaman 1000 meter. Kesiapan penggunaan AUV Pushidrosal mampu meningkatkan kualitas dan kauntitas liputan data hidrografi dan oseanografi di area survei karena kesiapan alat penting untuk digunakan sewaktu waktu bilamana akan dibutuhkan. Penyiapan AUV lebih memerlukan prosedur (SOP) yang baik sehingga setelah AUV di *deploy* AUV aman dan mendapatkan data yang baik serta data dapat diolah dengan baik. Pushidrosal hendaknya melaksanakan pelatihan dan pemeliharaan rutin sehingga alat siap untuk digunakan pushidrosal sebagai alat survei yang siap untuk mendukung pushidrosal. bilamana alat AUV mengalami kerusakan Dilaksanakan pemeliharaan dan perawatan yang rutin sehingga bila mana terjadi kerusakan dalam lingkup yang kecil dapat dapat teratasi. Guna memaksimalkan keselamatan dan keamanan pengoperasian AUV perlu adanya SOP untuk memaksimalkan keselamatan dan keamanan baik personel maupun materil dalam pengoperasian AUV di daerah operasi.

b. Kondisi Alat.

Kondisi AUV memerlukan perawatan khusus baik di bidang instalsi dan pengawak personelnnya. Bilamana alat AUV mengalami kerusakan dilaksanakan maintenance, pemeliharaan dan perawatan secara terencana. Bilamana terdapat permasalahan pada AUV maka dilaksanakan perencanaan perbaikan secara intensive baik untuk jangka pendek jangka menengah dan jangka panjang serta pelatihan SDM agar alat siap dan personel mumpuni. Kondisi AUV saat ini masih belum siap karena membutuhkan tenaga ahli dalam melaksanakan pengecekan dan pelatihan perasonel. Bilamana kesiapan Pushidrosal dalam pengoperasian AUV telah tercapai, penggunaan AUV sebaiknya disesuaikan dengan area survei dan dalam penggunaannya sesuai dengan SOP agar tidak terjadi *trouble* atau permasalahan yang timbul. Bilamana terdapat permasalahan pada AUV diharapkan proses pemulihan masuk dalam perawatan terencana (SPT) secara peroperasian (ada perawatan terencana), dilaksanakan anggaran tersendiri untuk harmat sesuai dengan jam operasi, dilaksanakan cek list untuk SOP penggunaan untuk mengurangi *human error*.

c. Penggunaan Alat.

fungsi dari AUV dapat dikatakan sebagai drone laut yang memiliki kemampuan dalam hal memantau daerah tertentu (investigasi) tanpa melibatkan personel secara langsung seperti halnya kapal selam, sehingga dengan alat AUV dapat mengurangi bahaya personel untuk mendapatkan data yang diinginkan. Guna memaksimalkan keselamatan dan keamanan pengoperasian AUV di daerah operasi, apakah perlu adanya Buku Petunjuk Teknis atau *Standard Operating Procedure* (SOP) sangat diperlukan karena buku petunjuk tersebut digunakan sebagai prosedur pengoperasian yang digunakan sebagai pedoman agar personel tidak mengalami kesalahan karena bilamana ada kesalahan akan berakibat fatal (AUV *Lost Connection*). Pemanfaatan pengoperasian AUV di Pushidrosal tentunya peralatan AUV digunakan sebagai perlatan yang cocok untuk melaksanakan invertigasi objek bawah laut seperti kapal karam dan objek dalam melaksanakan SAR serta pengambilan data Hidro-oseanografi. Pada aspek Kesiapan AUV berdasarkan *Matrix Coding Query* gambar 15 juga mendapatkan hasil kesesuaian dan saling berhubungan antara narasumber dengan nilai terbesar 20 dan nilai minimum 12.



Sumber: Hasil olahan peneliti 2023

**Gambar 15** Grafik Kesiapan AUV menggunakan *Matrix Coding Query*

**Tabel 1** File summary

31/07/2023 21:06 File Summary HASIL WAWANCRA TESIS 31/07/2023 21:06				
Total Words in File	Total Paragraphs in File	Number of Nodes Coding File	Coded Percentage of File	Number of Text References
<b>Document</b>				
Files\\1. DANPUSHIDROSAL				
278	13	4	0,9219	5
Files\\10. KOMANDAN KRI SPICA-934				
368	17	5	0,8429	7
Files\\2. ASOPSURTA PUSHIDROSAL				
697	20	8	0,9996	20
Files\\3. ASPERS DANPUSHIDROSAL				
303	12	4	0,878	4
Files\\4. PROF Dr WIDODO SETYO P				
498	16	5	0,9994	13
Files\\5. DAN SATGAS BHO OSEAN GOING				
870	19	9	0,9996	20
Files\\6. KADIS OSEMET PUSHIDROSAL				
848	20	9	0,9996	23
Files\\7. KADIS VERANAUTIKAS PUSHIDROSAL				
554	20	9	0,9995	17
Files\\8. KADISHIDRO PUSHIDROSAL				
891	20	9	0,9996	24
Reports\\File Summary Report				Page 1 of 2
31/07/2023 21:06				
Total Words in File	Total Paragraphs in File	Number of Nodes Coding File	Coded Percentage of File	Number of Text References
Files\\9. PABANDYA LATGABMA PUSHIDROSAL				
1464	28	9	0,9998	34
Reports\\File Summary Report				Page 2 of 2

Sumber : Hasil Olahan Peneliti 2023

**KESIMPULAN**



1. pemahaman personel terhadap AUV Hugin 1000 KRI Spica-934 masih belum optimal, personel yang ada sekarang belum memenuhi kriteria yang dibutuhkan baik secara organisasi ataupun secara kemampuan. Dilihat dari kesiapan personel masih memerlukan pelatihan dan pembinaan secara intensif untuk dapat mengoperasikan alat AUV. Sumber daya manusia sebagai operator personel mendapatkan pembelajaran dari buku panduan dan pelatihan Latsurta Hidros atau bersekolah di Dikba Hidros dan STTAL Hidros. Hal ini disebabkan karena terputusnya regenerasi yang ada di KRI Spica-934 dalam pengawak AUV. Sehingga personel yang ada sekarang hanya mampu mengoperasikan di geladak kapal tanpa melaksanakan deploy karena keterbatasan pengalaman.
2. Pemanfaatan data AUV Hugin 1000 KRI Spica-934 mendapatkan data hidrografi dengan menggunakan alat multibeam echosounder dan side scan sonar dapat digunakan sebagai pendukung peta navigasi pelayaran. Manfaat yang lain AUV juga dapat digunakan sebagai alat deteksi dalam Investigasi objek sehingga didapatkan data yang detail, dapat mendukung SAR, juga bisa digunakan sebagai misi militer sebagai data informasi awal dalam menentukan strategi. AUV dapat bekerja secara autonomous dan mampu melaksanakan survei di daerah yang tidak dapat dijangkau oleh alat survei kapal atas air, serta dapat digunakan survei pada area kedangkalan dan pada daerah kedalaman tertentu seperti pendeteksian gunung bawah laut. Sedangkan data oseanografi dapat digunakan untuk penelitian plangton dan dapat digunakan pengukuran sound velocity air laut.
3. Kesipan AUV memerlukan *maintenance* atau pemeriharaan dan perawatan secara rutin untuk menjaga kesiapan alat. AUV memerlukan standar operasi (SOP) yang telah di sahkan oleh Pushidrosal sehingga sebagai pengawak AUV dapat memaksimalkan keselamatan dan keamanan baik personel maupun materiil dalam pengoperasian AUV di daerah operasi. Dalam menjaga keilmuan personel pengawak AUV melaksanakan pelatihan secara rutin dan terorganisis sehingga kemampuan personel semakin meningkat.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ludvigsen, G. Johnsen, A. J. Sørensen, P. A. Lågstad, and Ø. Ødegård, "Scientific operations combining ROV and AUV in the Trondheim Fjord," *Mar. Technol. Soc. J.*, vol. 48, no. 2, pp. 59–71, 2014, doi: 10.4031/MTSJ.48.2.3.
- [2] K. Mondal, T. Banerjee, and A. Panja, "Autonomous Underwater Vehicles: Recent Developments and Future Prospects," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 7, no. XI, pp. 215–222, 2019, doi: 10.1016/j.oceaneng.2008.12.005.
- [3] A. Chiche, G. Lindbergh, I. Stenius, and C. Lagergren, "A Strategy for Sizing and Optimizing the Energy System on Long-Range AUVs," *IEEE J. Ocean. Eng.*, vol. 46, no. 4, pp. 1132–1143, 2021, doi: 10.1109/JOE.2021.3062047.
- [4] J. Zhou, Y. Si, and Y. Chen, "A Review of Subsea AUV Technology," *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 11, no. 6, p. 1119, 2023, doi: 10.3390/jmse11061119.
- [5] W. Utomo, "Optimalisasi Kinerja Kontra Intelijen Dalam Pengamanan Rahasia Negara," *Jurnal Ketahanan Nasional*, vol. 15, no. 2. pp. 17–29, 2016. [Online]. Available: <https://journal.ugm.ac.id/jkn/article/view/22342>
- [6] H. Yu, Z. Zeng, and C. Guo, "Coordinated Formation Control of Discrete-Time Autonomous Underwater Vehicles under Alterable Communication Topology with Time-Varying Delay," *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 10, no. 6, 2022, doi: 10.3390/jmse10060712.
- [7] Sture and M. Ludvigsen, "Feature-based Bathymetric Matching of Autonomous Underwater Vehicle Transects using Robust Gaussian Processes," *F. Robot.*, vol. 3, no. 1, pp. 544–559, 2023, doi: 10.55417/fr.2023017.



- [8] A. Monterroso Muñoz, M. J. Moron-Fernández, D. Cascado-Caballero, F. Diaz-del-Rio, and P. Real, "Autonomous Underwater Vehicles: Identifying Critical Issues and Future Perspectives in Image Acquisition," *Sensors*, vol. 23, no. 10, pp. 1–27, 2023, doi: 10.3390/s23104986.
- [9] I. Segovia Ramírez, P. J. Bernalte Sánchez, M. Papaelias, and F. P. García Márquez, "Autonomous underwater vehicles and field of view in underwater operations," *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 9, no. 3, pp. 1–16, 2021, doi: 10.3390/jmse9030277.
- [10] N. Ngatini and H. Nurhadi, "Estimasi Lintasan AUV 3 Dimensi (3D) Dengan Ensemble Kalman Filter," *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 4, no. 1, p. 12, 2019, doi: 10.35314/isi.v4i1.774.
- [11] C. Okereke, N. H. A. Wahab, M. M. Mohamad, and S. H. Zaleha, "Autonomous Underwater Vehicle in Internet of Underwater Things: A Survey," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2129, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2129/1/012080.
- [12] J. Du, D. Zhou, W. Wang, and S. Arai, "Reference Model-Based Deterministic Policy for Pitch and Depth Control of Autonomous Underwater Vehicle," *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 11, no. 3, 2023, doi: 10.3390/jmse11030588.
- [13] Kristiyono, S. Maarif, and M. Adnan Madjid, "Peran Nyata Pusat Hidro-Oseanografi Tni Angkatan Laut Dalam Penanggulangan Bencana," *J. Pertahanan Bela Negara*, vol. 11, no. 1, pp. 81–92, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.idu.ac.id/index.php/JPBH/article/view/1197%0Ahttp://jurnal.idu.ac.id/index.php/JPBH/article/download/1197/478>
- [14] F. Septyana, S. Sundari, and S. A. Purwanto, "Pengelolaan Data Survei Dan Pemetaan Hidro-Oseanografi Pada Pusat Hidro-Oseanografi Tni Angkatan Laut Dalam Mendukung Ekonomi Pertahanan," *J. Ekon. Pertahanan*, vol. 8, no. 1, pp. 23–35, 2022.
- [15] N. D. Oktavianty, A. A. Kushadiwijayanto, and Y. A. Nurrahman, "Kombinasi Peta Pushidrosal Dan Etopo-1 Dalam Meningkatkan Kualitas Batimetri Di Laut Natuna," *J. Laut Khatulistiwa*, vol. 5, no. 2, p. 79, 2022, doi: 10.26418/lkuntan.v5i2.52495.
- [16] F. Soehardi, L. D. Putri, and M. Dinata, "NVivo Software Training for Young Researchers," *Mattawang J. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 8–13, 2021, doi: 10.35877/454ri.mattawang265.
- [17] S. Mulyanti, J. Mardhiya, and M. Solihah, "Perspectives on Green Chemistry and the Application of Nvivo 12 Software: A Case Study of Pandemic Period in Chemistry Education," *Sci. Educ.*, vol. 11, no. 1, p. 49, 2022, doi: 10.24235/sc.educatia.v11i1.10280.