

# ANALISIS PEMANFAATAN UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) UNTUK FOTOGRAMETRI TOPOGRAFI PANTAI GUNA MENDUKUNG OPERASI AMFIBI

**Rusito Retri Harianto, Christian Lumban Tobing, Mirza**

Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut

Email: Rusitoadmiral@gmail.com

<http://doi.org/10.52307/jmi.v9i2.161>

## Abstrak

Pemanfaatan teknologi fotogrametri untuk pemetaan 3D belum diterapkan di Pushidrosal untuk kepentingan survei pendaratan operasi Amfibi. Visualisasi profile topografi pantai pendaratan dalam bentuk geometri 3D dapat memberikan gambaran secara utuh dalam mendukung operasi Amfibi. Pada pelaksanaan pengukuran topografi profile gradien pantai masih dilakukan secara manual, sehingga hal ini memerlukan waktu yang relatif lama dan kurang optimal. Untuk pelaksanaan pengukuran *rapid* survei, dibutuhkan *drone* AUV dengan kemampuan canggih dan peralatan yang praktis agar memudahkan *surveyor* dalam melaksanakan mobilisasi di area survei. Dengan demikian perlu adanya pengadaan dan penetapan UAV yang sesuai dengan kebutuhan operasional tim survei untuk melaksanakan pengambilan di lapangan, baik pengambilan data pada survei rutin maupun pengambilan data saat melaksanakan *rapid* survei. Peneliti mengadakan wawancara terhadap beberapa informan atau ahli mengenai pemilihan maupun tentang karakteristik UAV yang dikaitkan dengan kegiatan Opssurta Pushidrosal. Hasil dari data wawancara selanjutnya diolah menggunakan *tool* Nvivo yang kemudian dilakukan analisis untuk disarankan kepada TNI Angkatan Laut khususnya Pushidrosal pada penggunaan *drone* UAV sebagai metode fotogrametri guna mendukung data profile topografi pantai untuk mendukung tugas operasi Amfibi.

**Kata kunci:** *fotogrametri, drone UAV, operasi amfibi.*

## Abstract

*The use of photogrammetry technology for 3D mapping has not been implemented at Pushidrosal for the purposes of landing surveys for amphibious operations. Visualization of the topographic profile of the landing beach in 3D geometric form can provide a complete picture in supporting amphibious operations. When measuring the topography of the beach gradient profile, it is still done manually, so this requires a relatively long time and is less than optimal. To carry out rapid survey measurements, AUV drones with sophisticated capabilities and practical equipment are needed to make it easier for surveyors to carry out mobilization in the survey area. Thus, it is necessary to procure and determine UAVs that are in accordance with the operational needs of the survey team to carry out collection in the field, both collecting data during routine surveys and collecting data when carrying out rapid surveys. Researchers conducted interviews with several informants or experts regarding the selection and characteristics of UAVs associated with Opssurta Pushidrosal activities. The results of the*

*interview data were then processed using the Nvivo tool and then analyzed to suggest to the Indonesian Navy, especially Pushidrosal, the use of UAV drones as a photogrammetry method to support beach topography profile data to support amphibious operations tasks.*

**Keynotes:** *photogrammetry, drone UAV, operasi amfibi.*

## **PENDAHULUAN**

Operasi Amfibi adalah pemroyeksian kekuatan dari laut ke darat atau mendaratkan Pasukan Pendarat (Pasrat) dari laut ke darat guna merebut dan/atau menguasai suatu daerah di pantai musuh dan/atau pantai yang dikuasai musuh dalam rangka melaksanakan Operasi Tempur (Opspur) selanjutnya atau Opspur lainnya.<sup>1</sup> Operasi Amfibi dapat dilakukan dalam berbagai situasi, seperti dalam peperangan konvensional, operasi penjaga perdamaian, atau misi kemanusiaan. Operasi Amfibi juga melibatkan penggunaan alat transportasi laut seperti kapal perang, kapal pengangkut pasukan, dan kapal Amfibi untuk membawa pasukan, senjata, dan perlengkapan. Opsfib dilaksanakan untuk mendaratkan Pasukan Pendarat (Pasrat) dari laut ke darat guna merebut dan/atau menguasai suatu daerah di pantai musuh dan/atau pantai yang dikuasai musuh dalam rangka melaksanakan Operasi Tempur (Opspur) selanjutnya atau Opspur lainnya. Untuk melaksanakan pendaratan Amfibi dibutuhkan data sebagai informasi topografi pantai agar KRI, Kendaraan Tempur

(Ranpur), dan pasukan Marinir yang akan mendarat pendaratan dapat mendarat dengan aman dan mudah. Data informasi topografi pantai yang dibutuhkan antara lain data batimetri pantai berupa kedalaman laut, jenis dasar laut dan jenis bahaya kedangkalan yang ada, sedangkan informasi pantai yang dibutuhkan yaitu jenis topografi pantai baik di muka pantai dan belakang pantai. Dari informasi tersebut dapat dijadikan pedoman bagi pasukan pendarat untuk merencanakan pendaratan baik itu menggunakan KRI atau menggunakan Ranpur Amfibi. Data informasi pantai pendaratan didapatkan salah satunya dengan cara melakukan survei topografi pesisir yang biasa dilaksanakan oleh Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut (Pushidrosal).

Pada metode ini masih memiliki beberapa kekurangan dan kelemahan diantaranya yaitu proses pengambilan datanya memerlukan waktu yang relatif lama yaitu 2 hingga 3 minggu, biaya yang mahal, membutuhkan personil yang banyak (3 sampai 4 personil), hasil dan kualitas data yang kurang memberikan representatif informasi detail topografi secara menyeluruh topografi pantai. Dengan perkembangan teknologi yang pesat saat ini, pengambilan

---

<sup>1</sup> Petunjuk Penyelenggaraan Operasi Amfibi dalam Operasi Militer untuk Perang Nomor Kep/ 1065/ Xii/ 2020 tanggal 30 Desember 2020.

data profile topografi pesisir dapat dilakukan dengan mudah, cepat, praktis dan efisien dengan menggunakan teknologi *drone Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* yaitu dengan cara memanfaatkan metode fotogrametri untuk merubah gambaran 2 dimensi (2D) citra rupa bumi menjadi bentuk data geometri 3D.

Untuk pelaksanaan pengukuran *rapid* survei, dibutuhkan AUV dengan kemampuan canggih dan peralatan yang praktis agar memudahkan *surveyor* dalam melaksanakan mobilisasi di area survei. Dengan demikian perlu adanya pengadaan dan penetapan UAV yang sesuai dengan kebutuhan operasional tim survei untuk melaksanakan pengambilan di lapangan, baik pengambilan data pada survei rutin maupun pengambilan data saat melaksanakan *rapid* survei. Pengadaan baru dilakukan dengan penelitian pemilihan terhadap beberapa alternatif UAV yang ada dan ditentukan pilihan terbaik berdasarkan ranking. Berdasarkan hasil ranking, maka dapat ditentukan pilihan terbaik untuk memilih UAV. Penelitian pemilihan UAV dilakukan dengan metode penelitian kualitatif. Peneliti mengadakan wawancara terhadap beberapa informan atau ahli mengenai pemilihan maupun tentang karakteristik UAV yang dikaitkan dengan kegiatan Opssurta Pushidrosal. Hasil dari data wawancara selanjutnya diolah menggunakan *tool* Nvivo yang kemudian dilakukan analisis untuk

disarankan kepada TNI Angkatan Laut khususnya Pushidrosal pada penggunaan *drone* UAV sebagai metode fotogrametri guna mendukung data profile topografi pantai untuk mendukung tugas operasi Amfibi.

## **METODE PENELITIAN.**

Metode penelitian merupakan suatu cara yang dilakukan secara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Penulis dalam menyusun penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Metode kualitatif deskriptif digunakan untuk menganalisis bagaimana UAV dibutuhkan dalam Opssurta Pushidrosal sehingga kemudian diambil kesimpulan untuk digunakan metode akuisisi data profile topografi pantai menggunakan UAV untuk mendukung Opssurta Pushidrosal. Faktor-faktor yang menjadi landasan dalam pengambilan keputusan untuk memilih metode akuisisi data topografi pantai menggunakan UAV dilakukan komparasi menggunakan data yang diambil menggunakan metode terestrial yang kemudian diidentifikasi menggunakan metode kualitatif. Metode penelitian kualitatif juga bertujuan untuk memberi gambaran tentang kelompok responden maupun informan dalam penggunaan survei profile topografi pantai menggunakan UAV untuk mendukung Opssurta Pushidrosal. Hasil dari

analisis kuantitatif kemudian dianalisis untuk menghasilkan sebuah rekomendasi bagi pimpinan TNI Angkatan Laut khususnya bagi Pushidrosal untuk mendukung survei pengukuran profile pantai dalam guna mendukung operasi Amfibi.

## PEMBAHASAN

Pengumpulan data yang dilaksanakan oleh peneliti menggunakan instrumen peralatan survei topometri (stanbak, waterpass, *drone* UAV) dan wawancara kepada informan (expert) sebagai berikut:

a. Informan 1 yaitu Laksma TNI Dyan Primana Sobarudin, M.Sc. selaku Assopssurta Pushidrosal. Informan 1 memiliki kualifikasi *Surveyor* Hidrografi Kategori A dan B. Beliau merupakan pejabat yang mengatur operasi survei dan pemetaan Pushidrosal serta memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun berdinasi di Pushidrosal terutama di bidang survei dan pemetaan hidro-oseanografi.

b. Informan 2 yaitu Letkol Laut (KH) Johar Setiadi, ST., M.T., CTMP., CIQaR. selaku kaprodi S2 STTAL Hidrografi. Informan 2 merupakan alumnus Master geodesi ITB serta memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun berdinasi di Pushidrosal terutama di bidang survei dan pemetaan hidro-oseanografi.

c. Informan 3 yaitu Letkol Laut (KH) M. Firdaus, ST., M.T., CTMP. selaku Kama

Meteorologi Maritim di Pusdik Hidros dan merangkap sebagai instruktur pada sekolah Hidrografi Kategori B. Informan 3 memiliki kualifikasi *Surveyor* Hidrografi Kategori B, Serjana Hidrografi dan merupakan alumnus Master Kelautan ITB serta memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun berdinasi di Pushidrosal terutama di bidang survei dan pemetaan hidro-oseanografi.

d. Informan 4 yaitu Mayor Laut (E) Dwi Prasetyo, selaku kepala teknisi peralatan survei dan pemetaan di Disveranautikas serta merupakan instruktur di sekolah Hidrografi Kategori B. Informan 4 memiliki kualifikasi *Surveyor* Hidrografi Kategori B serta memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun berdinasi di Pushidrosal terutama di bidang survei dan pemetaan hidro-oseanografi.

e. Informan 5 yaitu Mayor Laut (S) Ir. Purry Dwi A, ST. selaku Perwira Hidrografi yang berdinasi di Satuan Survei Pushidrosal. Informan 5 merupakan alumnus ITB profesi keinsinyuran di bidang hidrografi, merupakan sarjana S1 hidrografi di STTAL hidrografi dan memiliki kualifikasi *Surveyor* Hidrografi Kategori A serta memiliki pengalaman lebih dari 5 tahun berdinasi di Pushidrosal terutama di bidang survei dan pemetaan hidro-oseanografi.

f. Informan 6 yaitu Ir. Catur Catur Susilo Ardi, ST., M.Si. selaku *Surveyor* Pemetaan Muda di Badan Informasi Geospasial (BIG).

Informan 6 merupakan alumnus ITB profesi keinsinyuran di bidang hidrografi, merupakan sarjana S1 geodesi di UGM Yogyakarta dan memiliki kualifikasi *Surveyor* Hidrografi Kategori A serta memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun berkecimpung di bidang pemetaan topografi dan survei pemetaan hidro-oseanografi.

g. Informan 7 yaitu Mukti Fatimah, ST., MT. selaku *Surveyor* Pemetaan Muda di Badan Informasi Geospasial (BIG). Informan 7 merupakan sarjana S1 oseanografi di Undip dan S2 geodesi di UGM Yogyakarta serta memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun berkecimpung di bidang pemetaan topografi dan survei pemetaan hidro-oseanografi.

h. Informan 8 yaitu Shofa D. Robbi, ST., MT. selaku Pengawas Operasional Kenavigasian di Distrik Navigasi Tipe A Kelas I Tanjung Perak. Informan 8 merupakan sarjana S1 oseanografi di Undip dan S2 kelautan di ITS, serta memiliki kualifikasi *surveyor* hidrografi kategori B serta memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun berkecimpung di bidang pemetaan topografi dan survei pemetaan hidro-oseanografi.

### **Penentuan Kriteria dan Sub Kriteria untuk pemilihan metode topometri.**

Pelaksanaan pengumpulan data melalui wawancara terhadap para ahli atau responden didahului dengan penentuan

kriteria, sub kriteria metode topometri. Penentuan kriteria dan sub kriteria pada penelitian metode topometri ini dilakukan melalui *brainstorming*. Pelaksanaan *brainstorming* dilakukan dengan beberapa pakar di lingkungan Pushidrosal maupun dengan dosen pembimbing. Peneliti melaksanakan penggalian informasi terkait metode apa yang digunakan untuk pengukuran topometri untuk pengumpulan profile pantai pendaratan untuk mendukung operasi Amfibi.

Menurut informan 1, survei menggunakan fotogrametri UAV sudah memenuhi standar survei hidrografi S44 IHO, pada pengoperasiannya juga lebih efektif dan ringkas, serta tidak membutuhkan *effort* yang banyak. Untuk digunakan oleh tim survei di Pushidrosal dan Satuan khusus pada operasi rapid survei pantai pendaratan, perlu dilakukan pengenalan dan pelatihan agar personil paham dan bisa mengoperasikannya.

Menurut informan 2, metode fotogrametri beberapa kali sudah diangkat oleh mahasiswa di STTAL, terutama mahasiswa S1 hidrografi, namun keperuntukannya pada survei pengukuran garis pantai. Jika metode fotogrametri diterapkan pada pengambilan data untuk mendukung operasi Amfibi, maka ini akan lebih baik, karena data yang dihasilkan sudah dalam Visualisasi 3D.

Menurut informan 3, pada kurikulum Pendidikan sekolah survei hidros pada matapelajaran pemetaan darat dan pesisir, saat ini yang sudah diterapkan adalah menggunakan metode terestris dan ekstra terestris, sedangkan untuk pengukuran menggunakan *drone* dan metode fotogrametri hanya sekedar teori kelas. Namun hal ini sudah diterapkan pada industri tambang di *freeport* untuk mengukur hasil galian bukit.

Menurut informan 7, metode survei foto udara (aerial foto) sudah lama diterapkan untuk Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) yang merupakan satu program pemerintah untuk memudahkan masyarakat untuk mendapatkan sertifikat tanah secara gratis. Sertifikat cukup penting bagi para pemilik tanah, tujuan PTSL adalah untuk menghindari sengketa serta perselisihan di kemudian hari. Untuk penerapan 3D fotogrametri dilakukan untuk menghitung jumlah lahan yang masih memiliki pepohonan yang banyak.

Menurut informan 8, metode survei foto udara (aerial foto) hanya diterapkan pada pengukuran garis pantai dan dermaga untuk mendukung data navigasi pengguna laut, dimana pada pengukuran garis pantai dan detil dermaga diperlukan standar batas ketelitian minimum S44 IHO, dan tada UAV sudah memenuhi kriteria tersebut.

Berdasarkan pembahasan kriteria dengan para informan dan dosen pembimbing, maka peneliti memunculkan kriteria dan sub kriteria metode topometri untuk survei pengukuran profil pantai pendaratan sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria yang dimunculkan

No.	Kriteria	Pengertian/Parameter Penilaian
1	Operasional	Kemampuan operasional yang dapat dilakukan oleh suatu alat berdasarkan spesifikasi teknis yang dimiliki.
2	Akurasi	Kualitas data pengukuran baik horizontal dan vertikal yang dihasilkan sesuai standard batas minimum S44 IHO edisi ke 6 tahun 2020.
3	Efektifitas	Tingkat kemudahan baik secara personil, tenaga, biaya, serta cakupan data yang dihasilkan.

(sumber: hasil pengolahan peneliti, tahun 2023)

Pada tabel 1 merupakan kriteria yang diangkat oleh penelitian diantaranya membahas penggunaan metode topometri yang didalamnya terkait dengan operasional (penggunaan metode dan peralatan itu sendiri), menyangkut akurasi data yang dihasilkan dan efektifitas pada masing-masing metode topometri. Setelah dibuat kriteria, selanjutnya kriteria tersebut dijabarkan lagi menjadi sub kriteria yang akan membahas secara lebih spesifik sebagai materi pembahasan yang akan ditanyakan dan didiskusikan kepada informan. Sub kriteria yang telah disusun tersaji pada tabel 2 hingga 4 di bawah ini:

Tabel 2. Sub kriteria Operasional

No.	Kriteria	Pengertian/Parameter Penilaian
1	Fotografi untuk data militer	Kegunaan data topografi untuk kepentingan militer, terutama pada data pendaratan pantai pada operasi Amfibi.
2	UAV untuk foto aerial	Kegunaan foto udara dengan gambar citra beresolusi tinggi pada pemetaan darat dan pesisir.
3	UAV untuk fotogrametri	Kegunaan foto udara untuk dilakukan pengolahan fotogrametri untuk menghasilkan Visualisasi 3D.
4	UAV untuk topometri	Kegunaan data survei pengukuran detil darat dan pesisir.

(sumber: hasil pengolahan peneliti, tahun 2023)

Pada tabel 2 di atas menunjukkan sub kriteria yang berkaitan dengan operasional penggunaan pada ketiga metode topometri yang ada (metode fotogrametri UAV, metode extra Terestris, dan metode Terestris) sebagai bahan diskusi dan tanya Jawab yang akan diajukan kepada para informan.

Tabel 3. Sub kriteria Akurasi

No.	Kriteria	Pengertian/Parameter Penilaian
1	Topometri metode fotogrametri	Data yang dihasilkan memenuhi persyaratan batas standar minimum S44 IHO.
2	Topometri metode terestris	Data yang dihasilkan memenuhi persyaratan batas standar minimum S44 IHO.
3	Data fotogrametri berdasarkan S44	Data yang dihasilkan berdasarkan batas standar minimum S44 IHO dalam bentuk profil 3D.
4	Data terestris berdasarkan S44	Data yang dihasilkan berdasarkan batas standar minimum S44 IHO dalam bentuk 2D.

(sumber: hasil pengolahan peneliti, tahun 2023)

Pada tabel 3 merupakan poin-poin sub kriteria terkait akurasi data hasil topometri yang dibutuhkan sebagai bahan pembuatan peta pendaratan untuk mendukung operasi Amfibi. Pada penerapannya di lapangan, data pendaratan yang disajikan diperlukan tingkat akurasi yang tinggi, hal ini dikarenakan berkaitan dengan keselamatan pengguna peta itu sendiri.

Tabel 4. Sub Kriteria Efektifitas

No.	Kriteria	Pengertian/Parameter Penilaian
1	Jumlah peralatan metode fotogrametri	Jumlah peralatan yang dibutuhkan saat melaksanakan pemetaan menggunakan fotogrametri menggunakan <i>drone</i> UAV.
2	Jumlah peralatan metode terestris	Jumlah peralatan yang dibutuhkan saat melaksanakan pengukuran menggunakan metode terestris.
3	Jumlah personil metode fotogrametri	Jumlah personil yang dibutuhkan saat melaksanakan pemetaan menggunakan UAV.
4	Jumlah personil metode terestris	Jumlah personil yang dibutuhkan saat melaksanakan pengukuran menggunakan metode terestris.
5	Lama waktu yang dibutuhkan	Lama waktu yang dibutuhkan pada pengukuran topometri.

(sumber: hasil pengolahan peneliti, tahun 2023)

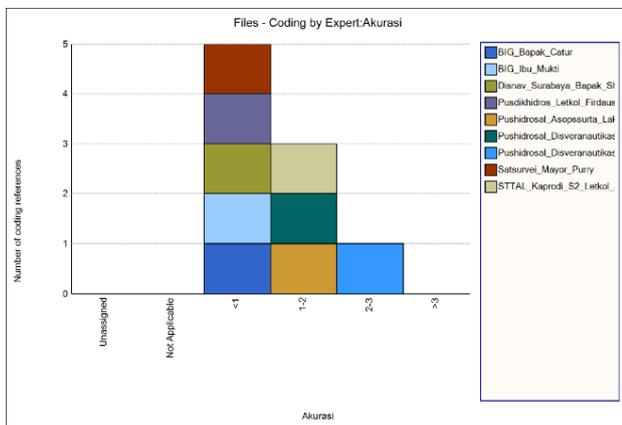
Pada tabel 4 merupakan poin-poin sub kriteria metode topometri sebagai bahan diskusi dan tanya Jawab kepada para informan yang berkaitan dengan efektifitas penggunaan metode topometri itu sendiri. Dalam operasi survei dan pemetaan pengambilan data profile pantai diperlukan efisiensi baik secara metode, peralatan, dan personil sebagai pengukur (pengambil data lapangan). Pada poin sub kriteria terkait efektifitas akan disampaikan sebagai masukan diskusi kepada informan bahwa pengambilan data lapangan pada penerapan operasi militer yang bersifat rahasia dan cepat (infiltrasi pasukan khusus) diperlukan metode yang efektif, cepat, praktis, dan memiliki akurasi data yang baik, sehingga metode topometri terpilih akan direkomendasikan sebagai metode terbaik untuk mendukung operasi Survei Observasi (Surob) untuk mendukung operasi Amfibi baik dalam operasi OMP dan OMSP.





berpartisipasi dalam diskusi tanya jawab berasal dari berbagai lembaga seperti Pushidrosal, Pusdik Hidros, Disveranautikas, STTAL, BIG, dan Disnav, karena mereka juga tertarik pada efektivitas pelaksanaan survei dan pemetaan lapangan.

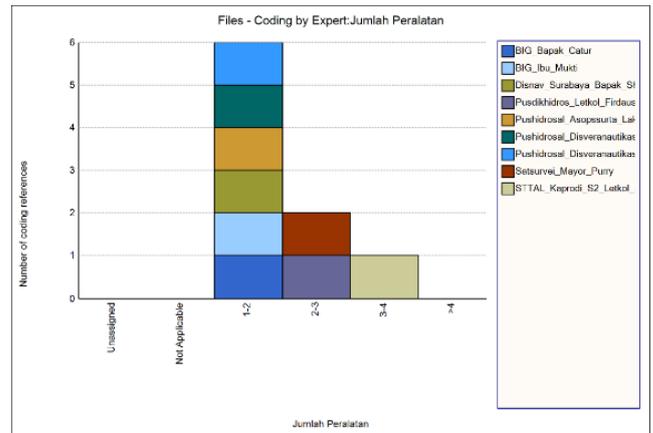
Diagram batang berdasarkan Informan. Hasil pengolahan data wawancara terhadapinforman juga dapat tersaji pada visualisasi diagram batang yang terlihat pada gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. Diagram batang pilihan informan terhadap sub kriteria Akurasi data (sumber: hasil pengolahan penelitian, tahun 2023)

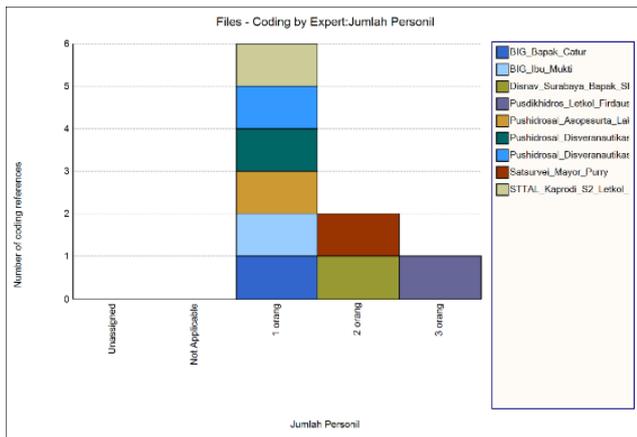
Dari visualisis yang disajikan gambar 4 dapat terlihat bahwa sebanyak 5 informan memilih metode topometri dengan akurasi <1 meter, 3 informan memilih akurasi 1-2 meter, dan 1 informan memilih akurasi 2-3 meter. Sehingga keseluruhan dapat dijumlahkan sebanyak 9 informan memberikan tanggapan dan jawaban terkait akurasi pada pengukuran topometri. Pada grafik sub kriteria dengan akurasi <1 meter merupakan spesifikasi ketelitian (akurasi)

yang dimiliki oleh metode topometri fotogrametri menggunakan *drone* UAV.



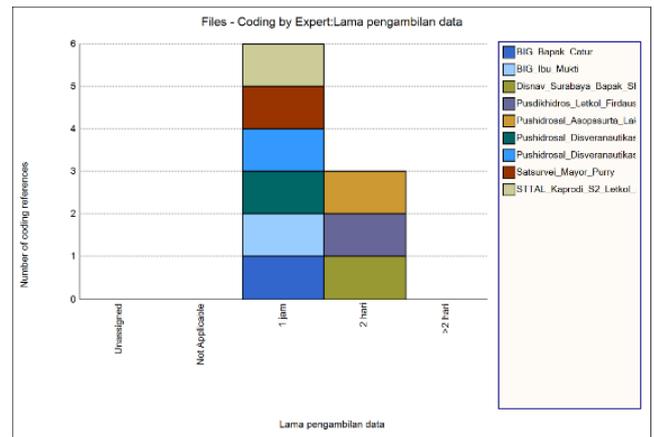
Gambar 5. Diagram batang pilihan informan terhadap sub kriteria Jumlah peralatan yang digunakan (sumber: hasil pengolahan penelitian tahun 2023)

Dari visualisis yang disajikan gambar 5 dapat terlihat bahwa sebanyak 6 informan memilih metode topometri dengan menggunakan peralatan 1-2 alat, 2 informan memilih dengan menggunakan peralatan 2-3 alat, dan 1 memilih dengan menggunakan peralatan 3-4 alat. Sehingga keseluruhan dapat dijumlahkan sebanyak 9 informan memberikan tanggapan dan jawaban terkait jumlah peralatan yang dibutuhkan pada pengukuran topometri. Pada grafik sub kriteria dengan Jumlah peralatan 1-2 alat merupakan kebutuhan alat yang diperlukan jika pelaksanaan topometri menggunakan metode fotogrametri menggunakan *drone* UAV.



Gambar 6. Diagram batang pilihan informan terhadap sub kriteria Jumlah personil yang dibutuhkan (sumber: hasil pengolahan penelitian, tahun 2023)

Dari visualisis yang disajikan gambar 6 dapat terlihat bahwa sebanyak 6 informan memilih metode topometri dengan menggunakan peralatan 1 orang personil, 2 informan memilih dengan menggunakan peralatan 2 orang personil, dan 1 memilih dengan menggunakan peralatan 3 orang personil. Sehingga keseluruhan dapat dijumlahkan sebanyak 9 informan memberikan tanggapan dan jawaban terkait kebutuhan personil pada pengukuran topometri. Pada grafik sub kriteria dengan Jumlah personil 1 orang merupakan kebutuhan personil pada pelaksanaan topometri menggunakan metode fotogrametri menggunakan *drone* UAV.



Gambar 7. Diagram batang pilihan informan terhadap sub kriteria Lama pengambilan data (sumber: hasil pengolahan penelitian, tahun 2023)

Dari visualisis yang disajikan gambar 7 dapat terlihat bahwa sebanyak 6 informan memilih metode topometri dengan membutuhkan lama pengukuran selama 1 jam dan 3 informan memilih metode pengukuran selama 2 hari, sehingga keseluruhan dapat dijumlahkan sebanyak 9 informan memberikan tanggapan dan jawaban terkait kebutuhan personil pada pengukuran topometri. Pada grafik sub kriteria dengan lama pengukuran selama 1 jam merupakan kriteria pada pelaksanaan pengukuran topometri menggunakan metode fotogrametri menggunakan *drone* UAV.

4.4 *Cases Classification*. Pada penyajian visualisasi menggunakan *cases classification* merupakan kombinasi antara data *coding* dari hasil wawancara sebagai sub kriteria, dipadukan dengan *cases* merupakan informan yang dilakukan wawancara atau tanya Jawab, serta *attribute* adalah sebagai metode terpilih yang dipilih berdasarkan dominasi pilihan dari para

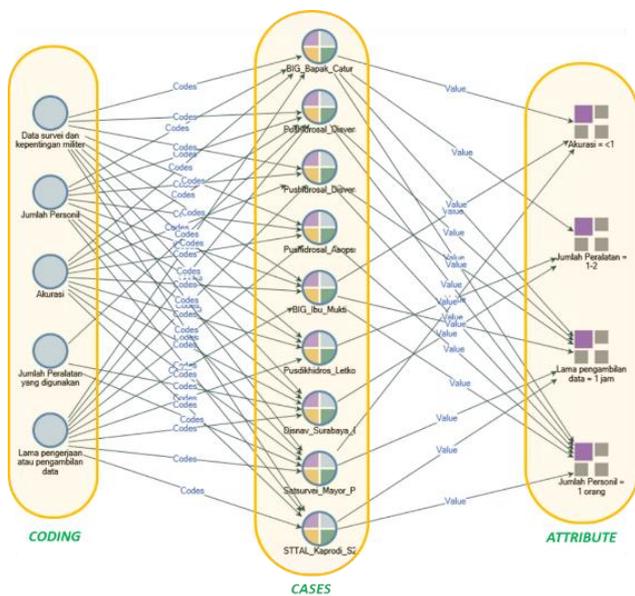
informan. Data wawancara diolah kedalam Nvivo yang selanjutnya dilakukan klasifikasi berdasarkan pilihan dan jawaban yang diberikan oleh informan. Data cases *classification* tersaji pada tabel 5 berikut ini:

Tabel 5. Hasil wawancara berdasarkan cases *classification*

Expert	A: Akurasi	B: Jumlah Peralatan	C: Jumlah Personil	D: Lama pengambilan d...
1. BIG_Bapak_Catur	<1	1-2	1 orang	1 jam
2. BIG_Ibu_Maks	<1	1-2	1 orang	1 jam
3. Disnar_Surabaya_Bapak_Shefa	<1	1-2	2 orang	2 hari
4. Pusdikhidros_Letkol_Fiduis	<1	2-3	3 orang	2 hari
5. Pusdikroal_Acepsurta_Laks	1-2	1-2	1 orang	2 hari
6. Pusdikroal_Disveranaulikas	1-2	1-2	1 orang	1 jam
7. Pusdikroal_Disveranaulikas	2-3	1-2	1 orang	1 jam
8. Satsurvei_Mayor_Purty	<1	2-3	2 orang	1 jam
9. STTAL_Kaprod_S2_Letkol_Jo	1-2	3-4	1 orang	1 jam

(sumber: hasil pengolahan peneliti, tahun 2023)

Setelah dilakukan pemberian *attribute* pada masing-masing informan terhadap metode topometri yang dipilih, selanjutnya data *cases classification* divisualisasikan terlihat pada gambar 8 di bawah ini:

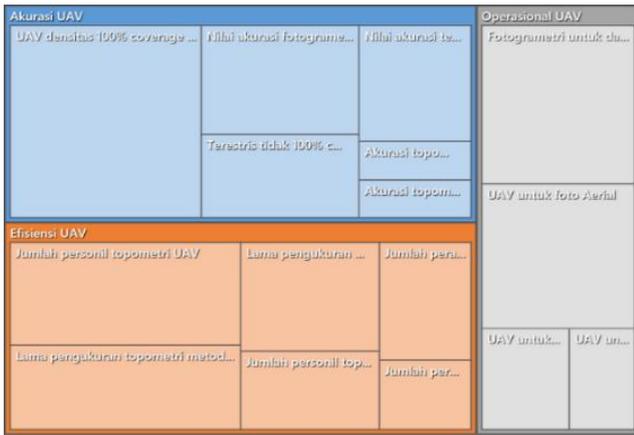


Gambar 8. Hubungan *Cases Classification* dengan *attribute* sebagai metode topometri terpilih (sumber: hasil pengolahan penelitian, tahun 2023)

Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa ada keterkaitan erat antara informan (pada baris *cases*), sub kriteria (pada baris *coding*), dan metode topometri terpilih (pada baris *attribute*) menunjukkan bahwa seluruh informan memberikan keterangan dan pilihan pada sub klasifikas terkait data topometri dapat digunakan untuk data survei Hidros dan kepentingan militer, jumlah personil yang dibutuhkan pada saat melakukan survei topometri yaitu sebanyak 1 orang personil, kemudian tuntutan berikutnya adalah akurasi data yang dibutuhkan untuk keperluan pantai pendaratan untuk mendukung operasi Amfibi yaitu kurang dari 1 meter (masuk kedalam ordo khusus dan 1A S44 IHO edisi ke 6 tahun 2020), dan yang terakhir adalah lama pengambilan data (akuisisi data) kurang lebih 1 jam. Pilihan sub kriteria tersebut adalah mengerucut pada spesifikasi yang dimiliki oleh metode topometri menggunakan *drone* fotogrametri UAV.

### Analisis Data.

Hasil pengolahan data terhadap pemilihan metode topometri terbaik untuk survei dan pemetaan profil pantai pendaratan menggunakan Nvivo berupa nilai prioritas nilai kriteria, sub kriteria metode dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 9. Diagram Hierarki Indikator Sub kriteria metode (sumber: pengolahan data peneliti tahun 2023)

Dari hasil pengolahan data, dapat dilakukan analisis berdasarkan diagram hierarki indikator sub kriteria terpilih bahwa metode fotogrametri UAV mendominasi dari hasil wawancara informan. Hal ini ditunjukkan pada gambar 9 dengan ketentuan yang diharapkan oleh para informan yaitu metode fotogrametri menggunakan *drone* UAV. Metode fotogrametri menggunakan *drone* UAV dapat menghasilkan kuantitas data yang lebih akurat, pengoperasian yang mudah, dan efektifitas yang baik. Pada diagram hierarki menunjukkan tingkatan utama pada penggunaan metode fotogrametri menggunakan *drone* UAV adalah kualitas data yang lebih utama, hal ini dikarenakan data yang disajikan akan digunakan oleh personil TNI Angkatan Laut pada operasi Amfibi dimana kegiatan ini melibatkan keselamatan banyak personil.

### Pembahasan dan Interpretasi.

Analisis data lapangan merupakan tahap penting dalam penelitian setelah

semua data pendukung, baik primer maupun sekunder, terkumpul. Hal ini diperlukan untuk menghindari kesalahan interpretasi. Dalam perangkat lunak Nvivo 12, terdapat alat analisis data query yang membantu peneliti mengeksplorasi frekuensi kata-kata dalam data penelitian. Kata-kata dengan makna yang sama dapat dikelompokkan bersama. Sebagai contoh, peneliti dapat mencari kata "fotogrametri" dan kata-kata terkait dalam transkrip wawancara dengan informan. Pemilihan metode topometri terbaik didasarkan pada hierarki dan preferensi informan, yang kemudian dianalisis dengan bantuan Nvivo. Hasilnya menunjukkan metode yang representatif untuk digunakan dalam survei pantai pendaratan dalam mendukung Operasi Amfibi. Untuk menjawab permasalahan berdasarkan kriteria yang ada, pembahasan dan interpretasi dilakukan dengan merujuk pada teori yang relevan, serta hasil metode terpilih yang dianalisis menggunakan Nvivo.

### Pembahasan Operasional Survei Topometri menggunakan Fotogrametri untuk mendukung Operasi Amfibi.

Berdasarkan Teori Survei dan Pemetaan, metode fotogrametri menggunakan UAV telah terbukti efisien dalam survei dan pemetaan pantai pendaratan. Data yang dihasilkan sesuai dengan standar S44 IHO edisi ke-6 tahun 2020, dengan akurasi yang memenuhi persyaratan. Metode ini memberikan

cakupan data yang luas, memudahkan identifikasi bahaya di area tersebut, dan mendukung Operasi Amfibi.

Dalam konteks Kemampuan, penggunaan metode fotogrametri UAV memerlukan kemampuan personil dalam pengoperasian alat ini. Kemampuan ini memungkinkan survei topometri pantai dilakukan dengan cepat, efisien, dan akurat. Pushidrosal perlu memberikan pelatihan dan sosialisasi kepada personil Satsurvei untuk memaksimalkan pemanfaatan metode ini dan mendukung Operasi Amfibi.

Berdasarkan Teori Sumber Daya Manusia, pelatihan dan pendidikan yang relevan perlu diberikan kepada personil, terutama pasukan khusus seperti Taifib, untuk menguasai metode fotogrametri menggunakan UAV. Metode ini efektif untuk pengambilan data dalam situasi infiltrasi (Surob) sebelum Operasi Amfibi. Materi pelatihan yang mencakup fotogrametri UAV dapat memberikan informasi komprehensif tentang pantai pendaratan yang sangat dibutuhkan dalam operasi militer.

### **Pembahasan Tingkat Akurasi Survei Topometri menggunakan Fotogrametri untuk mendukung Operasi Amfibi.**

Berdasarkan Teori Survei dan Pemetaan, informan 1 menyatakan bahwa metode fotogrametri drone UAV telah mencapai akurasi yang sesuai dengan standar S44 IHO, memadai untuk Operasi

Amfibi, yang memerlukan data topografi yang akurat. Ini sejalan dengan Teori Survei dan Pemetaan oleh Poerbandono (2005). Teori Kemampuan menekankan pentingnya kemampuan personil dalam pengoperasian drone UAV untuk akuisisi data topometri, termasuk pemahaman mekanisme penerbangan dan persyaratan akurasi data. Kemampuan ini mendukung keselamatan pengguna, terutama dalam survei pendaratan untuk Operasi Amfibi. Teori Sumber Daya Manusia (SDM) menyoroti kurangnya pemahaman personel Pushidrosal dalam pengoperasian UAV, karena mayoritas masih terbiasa dengan metode survei konvensional. Pendidikan yang lebih terkini hanya mencakup pengindraan jauh dengan citra satelit, sementara fotogrametri UAV belum tercakup dalam kurikulum yang ada.

### **Pembahasan Tingkat Efisiensi Survei Topometri menggunakan Fotogrametri untuk mendukung Operasi Amfibi.**

Berdasarkan Teori Survei dan Pemetaan, penggunaan metode fotogrametri drone UAV memiliki efisiensi yang tinggi dalam kegiatan survei dan pemetaan. Hal ini mengurangi biaya, tenaga, dan material yang diperlukan, seiring dengan peningkatan kualitas data. Teori Kemampuan menekankan pentingnya kemampuan personil dalam mengoperasikan metode baru ini, yang memungkinkan survei topometri pantai pendaratan menjadi lebih

cepat dan efisien, dengan melibatkan lebih sedikit personil dan peralatan. Teori Sumber Daya Manusia menyoroti pentingnya pendidikan yang relevan dalam mencetak personil yang mampu mengoperasikan drone UAV untuk survei topometri. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan GPS diferensial dapat meningkatkan akurasi data secara signifikan. Secara keseluruhan, kualitas data dan efisiensi penggunaan metode dan peralatan UAV menjadi fokus utama dalam mendukung Operasi Amfibi.

## KESIMPULAN.

Hasil penelitian yang telah dilaksanakan oleh penulis berdasarkan teori yang digunakan dalam penelitian pemilihan metode topometri maka dapat dinyatakan bahwa penelitian ini berhasil dilaksanakan dengan menghasilkan pemilihan metode topometri dengan hasil sebagai berikut:

a. Berdasarkan hasil wawancara dari para informan, metode terpilih untuk pengukuran topometri pantai pendaratan Amfibi adalah menggunakan metode fotogrametri menggunakan *drone* UAV.

b. Penggunaan *drone* UAV dengan metode fotogrametri dalam survei dan pemetaan memiliki efisiensi tinggi dengan pengurangan biaya, tenaga, dan material, serta peningkatan kualitas data. Diperlukan kemampuan personil, pendidikan relevan, dan penggunaan GPS diferensial untuk

meningkatkan efisiensi dan akurasi survei topometri pantai pendaratan.

c. Hasil akuisisi data fotogrametri masuk kedalam ordo survei S44 IHO edisi ke 6 tahun 2021 terkait ketelitian vertikal dan pengukuran garis pantai dimana data ini mampu digunakan untuk mendukung *survey* pendaratan Amfibi.

## DAFTAR PUSTAKA.

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.

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.

Petunjuk Penyelenggaraan Operasi Amfibi dalam Operasi Militer untuk Perang Nomor Kep/ 1065/ Xii/ 2020 tanggal 30 Desember 2020.

Endah T. Priantini et al, "Pemanfaatan Nvivo dalam penelitian kualitatif". Universitas negeri Malang, 2020.

<https://www.pushidrosal.id/buletin /29/struktur-organisasi/>