

APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK KESELAMATAN PENYELAMAN MENGGUNAKAN DATA KEDALAMAN, TEMPERATUR DAN JENIS DASAR LAUT (STUDI KASUS DI PERAIRAN TELUK AMBON)

Sigit Tatag Yuwono¹, Eddy Prahasta², Doddy Pramono³ Dwi Jantarto⁴

¹Mahasiswa Program Studi S1 Hidrografi, STTAL

²Peneliti dari Balai PT Dirgantara Indonesia

³Peneliti dari Dinas Hidro-Oseanografi, TNI-AL.

⁴Dosen Pengajar Prodi S1 Hidrografi, STTAL

Latar Belakang

Lingkungan laut atau maritim yang dimiliki oleh suatu negara adalah salah satu modal dasar yang mempengaruhi sifat dasar kekuatan laut suatu negara tersebut (Doktrin TNI AL Eka Sasana Jaya, 2001). Indonesia sebagai negara yang 2/3 bagian wilayahnya adalah lautan dengan bentangan pantai sepanjang kurang lebih 81.000 km memiliki potensi dan kekayaan sumber daya kelautan yang sangat besar. Penyelaman bawah laut merupakan bagian dari eksplorasi dan usaha pemanfaatan kekayaan yang terkandung di dalamnya.

Selama ini sudah banyak kegiatan penyelaman (rekreasi) dan penelitian bawah laut baik oleh pemerintah maupun LSM, yang belum banyak diketahui adalah kegiatan SAR bawah air dan *underwater salvage* atau penyelamatan bawah air karena masih didominasi oleh pihak asing. Kegiatan *salvage* TNI AL secara umum adalah perbaikan dan pemeliharaan terhadap kapal-kapal perangnya yang mengalami kerusakan pada bagian bawah garis air, serta berpartisipasi dalam kegiatan SAR untuk mewujudkan visi penyelam TNI AL sebagai *source qualified salvage and SAR diver*.

Perencanaan penyelaman yang baik dengan memperhatikan faktor-faktor keselamatan sangat diperlukan dalam menunjang kegiatan-kegiatan operasi penyelaman yaitu berupa tersedianya informasi yang dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan.

Maksud dan Tujuan

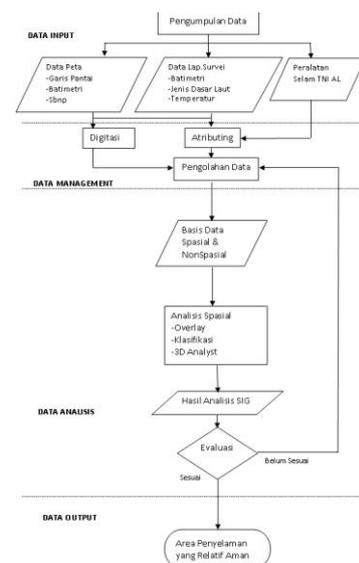
Maksud penelitian ini adalah melaksanakan analisis parameter-parameter kedalaman, temperatur dan jenis dasar laut untuk kepentingan keselamatan operasi penyelaman dengan menggunakan aplikasi SIG. Sedangkan tujuannya adalah untuk memberikan masukan berupa khazanah ilmu pengetahuan dalam rangka

pengembangan Sistem Informasi Geografi di bidang militer dan pemanfaatannya untuk perencanaan operasi penyelaman dan penyelamatan bawah air di lingkungan TNI AL.

RuangLingkup

- Proses pengolahan, analisis dan pemetaan informasi spasial berikut data atributnya dilakukan dengan *software ArcGis* versi 9.3
- Peta dasar untuk analisis Sistem Informasi Geografi berasal dari peta Dishidros TNI AL yaitu Peta Laut Indonesia no 398 edisi ketujuh Desember 2009
- Parameter-parameter untuk analisis Sistem Informasi Geografi yaitu: kedalaman, temperatur dan jenis dasar laut.
- Peralatan selam yang digunakan adalah yang dimiliki oleh Penyelam TNI AL.

Diagram Alir Penelitian



Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian merupakan proses digitasi sehingga

data dari Peta Laut dan hasil Laporan Survei dapat dimasukkan kedalam Basis Data SIG.

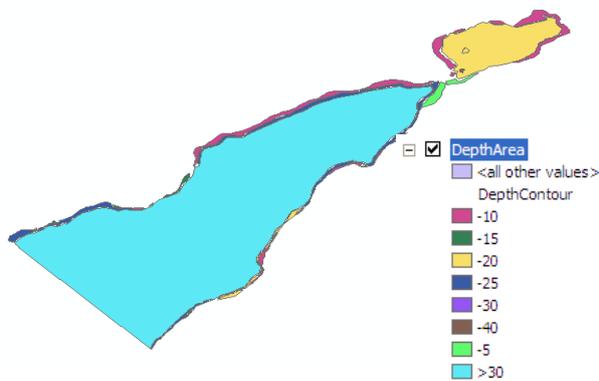
a. Pengolahan data awal untuk Peta Laut No.398 sebagai input data merupakan peta laut dengan ekstensi (*.bmp) sebagai data Sistem Informasi Geografi (berupa data digital yang berformat raster). Data tersebut diklasifikasikan untuk menentukan bentuk grafis tiap objek sesuai dengan parameter yang ditetapkan.

b. Pengolahan data awal untuk data laporan survei sebagai input data adalah dengan mengkonversi format data hasil survei kedalam format yang dapat digunakan oleh SIG.

Bentuk grafis dari objek Peta Laut dan hasil laporan survei dimasukkan dalam bentuk titik (*point*), garis (*line*), dan area (*polygon*).

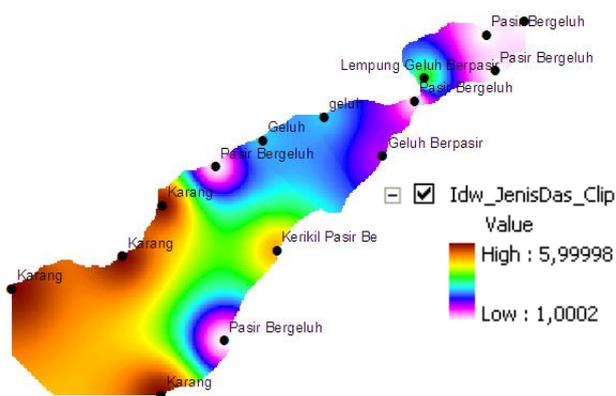
Hasil pengolahan data masing – masing parameter penelitian adalah sebagai berikut :

1) Layer kedalaman



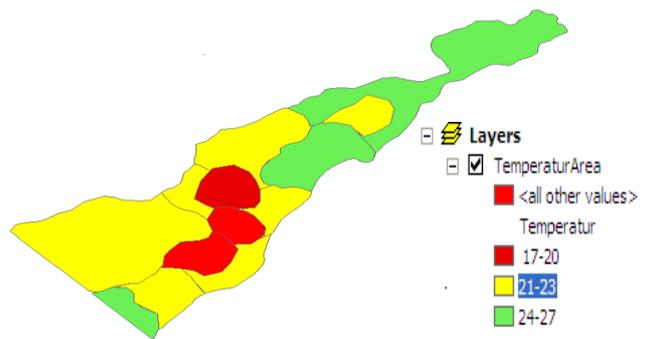
Gambar 1 Layer area kedalaman

2) Layer jenis dasar laut



Gambar 2 Layer raster jenis dasar laut

3) Layer Temperatur

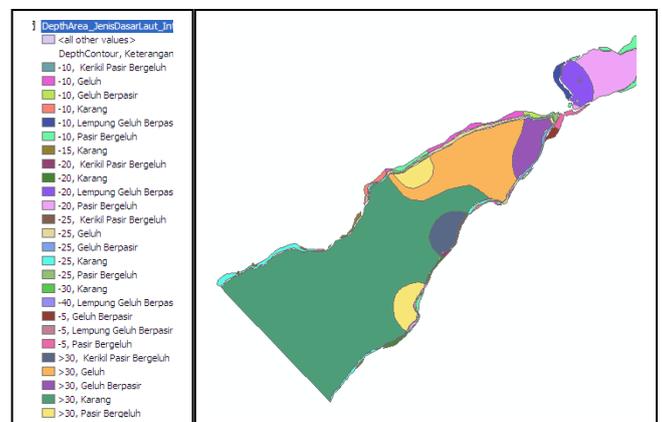


Gambar 3 Layer Area Temperatur

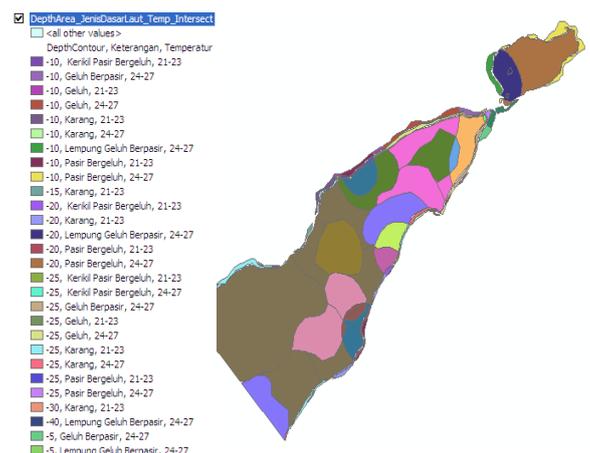
Analisis Overlay

Untuk melaksanakan analisis *overlay* dari 3 *layer* yang sudah disiapkan menggunakan *tool overlay intersect*. Pelaksanaannya dibagi menjadi dua tahap; tahap pertama *overlay* antara *layer* kedalaman dengan *layer* jenis dasar laut, tahap kedua adalah *overlay* hasil tahap pertama dengan *layer* temperatur.

a. Overlay Area Kedalaman dengan Area Jenis Dasar Laut



b. Overlay Area Kedalaman dan Jenis Dasar Laut dengan Area Temperatur

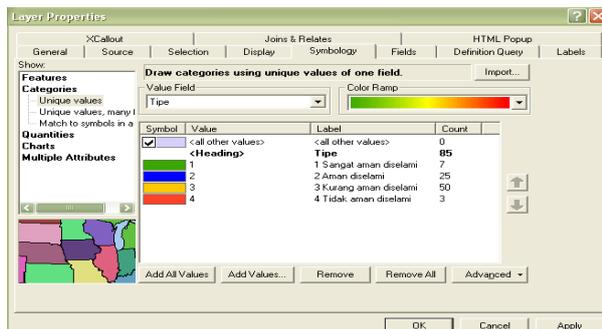


tipe 1

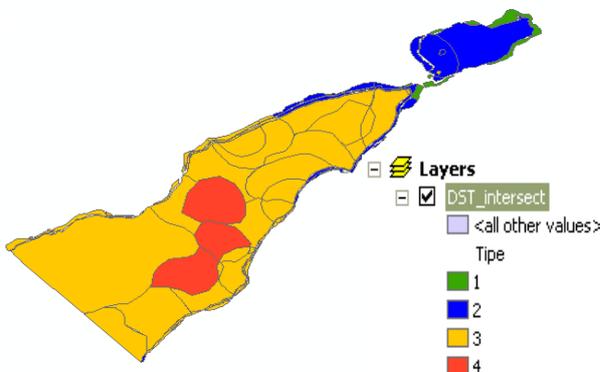
c. Penentuan tipe area penyelaman

No	Kategori Kedalaman	Kategori Temperatur	Kategori Jenis Dasar Laut	Tipe
1	1	1	1	1
2	1 atau 2	1	1 atau 2 atau 3	2
3	Selain tipe 1,2,4	Selain tipe 1,2,4	Selain tipe 1,2,4	3
4	3	3	3	4

- Tipe 1, adalah area yang relatif paling aman untuk semua jenis peralatan penyelaman.
- Tipe 2, adalah area yang relatif aman untuk semua jenis peralatan penyelaman.
- Tipe 3, adalah area yang relatif kurang aman terutama untuk penyelaman dengan peralatan selam *scuba* dan alat selam ringan suplai udara atas air *full face mask*, pada area ini penyelaman harus menggunakan peralatan selam dalam dengan persyaratan personel yang khusus.
- Tipe 4, adalah area yang relatif tidak aman untuk penyelaman karena selain faktor kedalaman, temperatur pada area ini juga paling rendah dibanding area lainnya.



Gambar 6 Tampilan Simbologi Kategori pada Nilai Tipe



d. Hasil Penentuan Unsur Spasial dan Atribut Area Penyelaman

1) Informasi pada area penyelaman

a) Kedalaman, pada area penyelaman tipe 1 diperoleh kedalaman terpilih dengan kontur antara 5 sampai 10 meter. Pada area penyelaman ini peralatan yang digunakan adalah jenis *scuba* dan alat selam ringan *full face mask* karena termasuk dalam penyelaman dangkal. Pada kedalaman sampai 12 meter penyelam mempunyai waktu dasar/*bottom time* yang cukup lama yaitu 200 menit tanpa harus melakukan proses dekompresi yaitu berhenti pada kedalaman tertentu untuk membiarkan kelebihan gas yang di serap tubuh dapat di lepas secara wajar (No Decompression Limits/NDL). Waktu 200 menit tersebut dihitung mulai dari saat penyelam masuk ke dalam air sampai naik ke permukaan. Penyelaman menggunakan *scuba* dan alat selam ringan *full face mask* pada kedalaman ini antara lain untuk keperluan rekreasi, perbaikan ringan pada kapal-kapal yang mengalami kerusakan pada bagian bawah garis air dan kepentingan penelitian ilmiah seperti bidang biologi, geologi, arkeologi, ilmu-ilmu tentang kelautan lainnya.

b) Temperatur, pada area penyelaman tipe 1 temperatur laut berkisar antara 24° C sampai 27° C , ini merupakan temperatur yang paling aman dibandingkan pada area penyelaman tipe 3 dan 4 karena semakin dingin suhu air laut semakin berbahaya bagi penyelam. Meskipun demikian, karena temperatur merupakan parameter lingkungan laut yang relatif dinamis atau dapat berubah setiap waktu maka sebelum dilaksanakan penyelaman perlu memperhatikan data perubahan variasinya sesuai musim, cuaca maupun iklim pada saat itu.

c) Jenis dasar laut, pada area penyelaman tipe 1 diperoleh jenis dasar laut berupa pasir bergeluh, jenis dasar laut ini merupakan komposisi campuran yang terdiri dari pasir, debu dan lempung. Adapun geluh merupakan komposisi berupa pasir, debu dan lempung dengan perbandingan (60-40-40 %).

2) Informasi pada area penyelaman

tipe 2

a) Kedalaman, pada area penyelaman tipe 2 kontur kedalaman terpilih antara 5 sampai 25 meter. Pada kedalaman sampai maksimal 25 meter penyelam mempunyai waktu dasar/*bottom time* dengan tanpa melakukan dekompresi yaitu 50 menit. Pada area penyelaman ini peralatan yang digunakan adalah jenis *scuba* dan alat selam ringan *full face mask* karena termasuk dalam jenis penyelaman dengan kedalaman sedang. Pada area kedalaman tipe 2 kegiatan penyelaman hampir sama seperti pada tipe 1 dan sebagian dapat berupa pekerjaan rekayasa bawah air, inspeksi dan perbaikan instalasi bawah air.

b) Temperatur, pada area penyelaman tipe 2 temperatur laut berkisar antara 24°C sampai 27°C relatif sama dengan area penyelaman tipe 1, yang membedakan adalah faktor kedalaman, semakin dalam penyelaman maka temperatur air laut menjadi lebih dingin sehingga mempengaruhi lamanya waktu untuk mencapai dasar laut dan pelaksanaan pekerjaan penyelaman.

c) Jenis dasar laut, pada area penyelaman tipe 2 diperoleh jenis dasar laut berupa pasir bergeluh, lempung geluh berpasir, geluh berpasir, geluh, karang, kerikil pasir bergeluh.

3) Informasi pada area penyelaman tipe 3

a) Kedalaman, pada area penyelaman tipe 3 diperoleh kontur kedalaman bervariasi mulai dari 10 meter, 15 meter, 20 meter, 25 meter sampai diatas 30 meter. Pada kedalaman sampai maksimal 30 meter penyelam mempunyai waktu dasar/*bottom time* dengan tanpa melakukan dekompresi yaitu 30 menit, semakin dalam penyelaman maka waktu dasar/*bottom time* dengan tanpa melakukan dekompresi semakin singkat. Jenis alat selam yang dapat digunakan adalah *scuba*, alat selam ringan *full face mask* dan peralatan selam dalam contohnya adalah jenis *Kirby Morgan Band (KMB)*. Penyelaman dalam biasanya dilaksanakan

untuk tujuan-tujuan khusus dengan persyaratan keselamatan yang khusus pula.

b) Temperatur, pada area penyelaman tipe 3 temperatur laut berkisar antara 21°C sampai 27°C. Pada suhu 21°C untuk penyelaman sudah termasuk dingin dan memerlukan peralatan tambahan khusus serta persyaratan kondisi fisik maupun mental penyelam yang baik. Untuk menghindari dampak dinginnya air dan hipotermia maka diperlukan pakaian yang sesuai temperatur dan kedalaman yang akan dituju, kerudung selam (*hood*) serta sarung tangan selam (*hand gloves*) perlu digunakan untuk mencegah hilangnya panas tubuh dari kepala dan tangan. Tindakan yang harus segera dilaksanakan adalah menghentikan penyelaman apabila merasa sangat kedinginan.

c) Jenis dasar laut, pada area penyelaman tipe 3 diperoleh jenis dasar laut berupa pasir bergeluh, lempung geluh berpasir, geluh berpasir, geluh, karang, kerikil pasir bergeluh.

4) Informasi pada area penyelaman tipe 4

a) Kedalaman, pada area penyelaman tipe 4 diperoleh kontur kedalaman diatas 30 meter. Pada penyelaman dalam sudah dapat dipastikan penyelam harus melakukan tahapan dekompresi atau segera masuk ke dalam decompression chamber setelah naik ke permukaan. Jenis alat selam yang digunakan salah satunya adalah peralatan selam dalam *KMB* yang dilengkapi peralatan komunikasi sehingga kondisi penyelam dapat dipantau setiap saat. Pada penyelaman dalam udara untuk pernafasan penyelam yang digunakan adalah udara campuran (*mixgas*) dengan perbandingan tertentu untuk menghindari efek keracunan gas.

b) Temperatur, pada area penyelaman tipe 4 temperatur laut berkisar antara 17°C sampai 23°C. Pakaian selam kering (*dry suit*) direkomendasikan untuk penyelaman pada air yang lebih dingin dari 18°C [Gary Clark, 2004]. Pada kisaran suhu tersebut

pekerjaan penyelaman sangat beresiko untuk dilaksanakan.

c) Jenis dasar laut, pada area penyelaman tipe 4 diperoleh jenis dasar laut berupa karang, lokasi ini sering dijadikan sebagai area konservasi laut sehingga penyelaman harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak kelestarian terumbu karang.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis spasial maka penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

a. Sistem Informasi Geografi dapat digunakan untuk mendukung perencanaan operasional penyelaman khususnya dalam menentukan faktor keselamatan yang berupa pemilihan area atau lokasi yang relatif aman dengan parameter angka kedalaman, temperatur, dan jenis dasar laut.

b. Penyampaian informasi berbasis spasial (keruangan) dapat mempermudah pembaruan data untuk menyesuaikan parameter lingkungan yang dinamis.

c. Tingkat keselamatan penyelaman dalam penelitian ini dapat dibagi menjadi 4 tingkatan tipe area penyelaman.

d. Tipe area penyelaman di Perairan Teluk Ambon adalah :

1) Tipe 1 (relatif paling aman) yang meliputi 7 area (dengan luas total 1676210,371 m²).

2) Tipe 2 (relatif aman) yang meliputi 25 area (dengan luas total 11856400,15 m²).

3) Tipe 3 (relatif kurang aman) yang meliputi 50 area (dengan luas total 73298113,48 m²).

4) Tipe 4 (relatif tidak aman) yang meliputi 3 area (dengan luas total 12517440,92 m²).

Daftar Pustaka

- Agus Setiawan, *Membaca File dalam format NetCDF dari NCEP* Pusat Teknologi Lingkungan BPPT BPPT Gd. 2 Lt. 19 Jl. M.H.Thamrin 8 Jakarta 10340 [a_setiawan@webmail.bppt.go.id](mailto:setiawan@webmail.bppt.go.id)
- Andri Ramadhani, Desember 2009, *Pemanfaatan Model Wavewatch III dan Otis Untuk Estimasi Potensi Rob Jakarta Utara*, Fakultas MIPA Program Magister Ilmu Kelautan Depok. Aplikasi GRADS untuk pemula, <http://kadersah.wordpress.com/2008/12/1/aplikasi-grads-dalam-meteorologi>. (7 Agustus 2014).
- Bambang S. Suwardi, *Analisa Gelombang Pada Dermaga Kolam Pelabuhan Pondok Dayung Di Tanjung Priuk Jakarta*. Badan Info Statistik (<http://www.plengdut.com/2014/11/jumlah-dan-kepadatan-penduduk-indonesia.html>). (20 Agustus 2014)
- Erwin Makmur, 2008, *MSi Panduan Menggunakan GRADS Untuk Pemula* Versi 1.0 Pusat Klimatologi Dan Kualitas Udara Badan Meteorologi Dan Geofisika. Energi gelombang laut, <http://www.alpensteel.com/article/52-106-energi-laut-ombak-gelombang-arus/530-energi-gelombang-laut.html> (2 September 2014)
- Hendrik L Tolman, April 1999, *User Manual and System Documentation of WAVEWATCH-III version 1.18*, U.S Departement of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration National Weather Service National Centers for Environmental Prediction 4700 Silver Hill Road, Mail Stop Washington, DC 20233-9910.
- Holthuijzen, L. H 2007. *Waves In Oceanic And Coastal Waters*. New York, Cambride University Press.
- Mark W Deny, Oktober 2004, *Ocean Waves, Nearshore Ecology And Natural Selection*, Stanford University, Hopkins Marine Station, Pasific Grove, USA
- Nadya Isnary, 2012, *Pemanfaatan Data Angin Dari Model GFS Untuk Prediksi Tinggi Gelombang (Wind-Waves) Menggunakan Model Wavewatch-III (Studi Kasus Di Selat Sunda)*, Program Sarjana S-1 Program Studi Meteorologi Tahun 2012.
- Peta laut dari Dishidros Jakarta, No. 149
- Roni Kurniawan, M. Najib Habibie, Donald S. Permana, 2012, *Kajian Daerah Rawan Gelombang Tinggi di Perairan Indonesia*, Pusat Penelitian dan Pengembangan BMKG.
- Sofian, 2011, *Jurnal Meteorologi dan Geofisika Volume 12 Nomor 1 Tahun 2011*: 53 – 64. http://paarif.com/fase_gelombang/scince and technology, fase gelombang (07 Oktober 2014) <http://www.antarababel.com/berita/7331/tinggi-gelombang-di-selat-karimata-35-meter>, (9 Oktober 2014).

<http://dishubkominformo.ntbprov.go.id/view-berita-38-gelombang-laut-masih-tinggi-kemenhub-kembali-keluarkan-mapel.html>, (9 Oktober 2014)

<http://kkp.go.id/index.php/arsip/c/Laut-Jawa-Dilanda-Gelombang-Tinggi>, (9 Oktober 2014).

http://www.iho.int/mtg_docs/com_wg/S-23WG/S-23 Java Sea, chapter 6 South china and Eastern archipelagic seas And its sub-divisions Chartlet-index__23WG. (4 Desember 2014).

<http://metoffice.gov.uk/weather/marine/guide/beufortscale.html>, Tabel skala Beaufort, (7 Oktober 2014).

www.indiana.edu/g131/waves.html,2010 (16 September 2014).