



Pemetaan Morfologi Ambang Galala Poka (APG)

Morphological Mapping Of Poka Galala Sill (PGS)

Jusuph J. Wattimury^{1*}, Harold Y.D. Waas¹, Ronald D. Hukubun¹

^a Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura Ambon, Indonesia

Article Info:

Received: 23 - 04 - 2023
in revised form: 21 - 05 - 2023
Accepted: 25 - 05 - 2023
Available Online: 31 - 05 - 2023

Keywords:

Mapping, Poka Galala Sill (PGS), bathymetry, morphology, slope

Corresponding Author:

*Email:
jjwhidrooseano@gmail.com

DOI:

<https://doi.org/10.30598/jlpvol2iss1pp51-58>

Abstrak: Ambang Galala Poka (APG) berbentuk bukit bawah laut yang terletak pada perairan sempit zona transisi TAD dan TAL. Morfologi APG penting dipetakan karena mempengaruhi dinamika massa air selama periode pasut di wilayah Transisi TAL dan TAD, bahkan dapat menjelaskan fenomena transpor dan deposisi sedimen kohesif maupun fenomena tidal mixing yang sering terjadi di sekitar APG. Penelitian ini bertujuan memetakan morfologi dasar laut APG dan menghitung dimensi spasialnya. Metode pemetaan berbasis SIG digunakan untuk membuat model topografi dasar laut APG menggunakan data terkompilasi dari hasil sounding, data digital Navionic Sonar Chart dan data digital batimetri alur pelayaran. Model trapezoidal rule digunakan untuk menghitung dimensi APG. Model spasial 2D dan 3D dasar laut APG dipetakan dengan ArcGIS 10.8 dan Surfer 23. Hasil analisis menemukan batas APG pada koordinat 128,19316 – 128,19829 BT dan 3,56659 - 3,66027 LS dan koodinat UTM 410399,1390 – 410969,1292 mT dan 9594764,3000 – 9595384,3000 mU. Topografi APG umumnya cembung dengan puncak datar pada sentralnya. Ada variasi kemiringan dasar laut terutama pada sisi luar APG. Volume APG dengan referensi kedalaman 0m (LWS) 1.304.828,05 m³, luas permukaan 151.954,65 m². Pada kedalaman referensi 8m, volume APG 20.071,95 m³, luas 94.887,23 m². Pada kedalaman referensi 10m, volume APG 351.296,95 m³, dan luas permukaan 73.012,06 m².

Abstract: *The Galala Poka (APG) sill is in the form of an underwater hill located in the narrow waters of the TAD and TAL transition zones. The morphology of APG is important to map because it influences the dynamics of water masses during the tidal period in the TAL and TAD Transitional areas, and can even explain the phenomena of cohesive sediment transport and deposition as well as tidal mixing phenomena that often occur around APG. This research aims to map the topographical profile of the APG seabed and calculate its spatial dimensions. The GIS-based mapping method is used to create an APG seabed topographic model using data compiled from sounding results, digital Navionic Sonar Chart data and digital shipping channel bathymetry data. The trapezoidal rule model is used to calculate the APG dimensions. APG seabed 2D and 3D spatial models mapped with ArcGIS 10.8 and Surfer 23. The results of the analysis found the APG boundaries at coordinates 128.19316 – 128.19829E and 3.66027 – 3.56659S and UTM coordinates 410399.1390 – 410969.1292 mT and 9594764.3000 – 9595384.3000 mU. The topography of APG is generally convex with a flat peak at the center. There are variations in the slope of the seabed, especially on the outer side of the APG. APG volume with a reference depth of 0m (LWS) 1,304,828.05 m³, surface area 151,954.65 m². At a reference depth of 8m, the APG volume is 20,071.95 m³, the area is 94,887.23 m². At a reference depth of 10m, the APG volume is 351,296.95 m³, and the surface area is 73,012.06 m².*



PENDAHULUAN

Fisiografi wilayah Teluk Ambon terzonasi atas tiga bagian yaitu Teluk Ambon bagian dalam (TAD), zona transisi pada wilayah Ambang Poka Galala (APG) dan perairan Teluk Ambon Luar (TAL). APG adalah kenampakan topografi bawah laut berbentuk bukit yang letaknya pada perairan sempit sebagai zona transisi antara TAD dan TAL. Berbagai penelitian oseanografi telah dilakukan di perairan Teluk Ambon dan membahas pengaruh APG terhadap dinamika yang terjadi, misalnya terkait dengan sirkulasi arus (Saputra dan Lekalette, 2016; Noya, dkk. 2017; 2019); stratifikasi massa air (Nurfitri dan Putri, 2019), pasang surut (Hamzah dan Wenno, 1987), distribusi parameter pencemar (Noya dan Tuahattu, 2020), distribusi . tenang esumberdaya ikan dan lainnya.

Mintakat APG yang dangkal berperan penting dalam proses hidrodinamika turbulen ketika massa air dari perairan TAL menuju perairan TAD selama periode air bergerak pasang (ABP) maupun ketika air bergerak surut dari TAD menuju TAL. Topografi dasar laut APG dapat menghambat proses sirkulasi massa air TAD dan TAL, mempercepat proses pencampuran massa air yang tersirkulasi selama periode pasang surut.

Sejumlah penelitian melaporkan bahwa relief topografi ambang (sill) mempengaruhi tidal mixing (Xing dan Davies, 2006a, 2006b; Davies and Xing, 2006), dapat meredam bahkan dapat memicu loncatan energi dengan frekuensi yang lebih tinggi dan pencampuran (Lamb, 2004). Morfologi ambang menjadi penentu proses dan mekanisme transpor dan pencampuran massa air yang melewatinya. Noya *dkk* (2017) menjelaskan bahwa kondisi baroklinik di TAD dipengaruhi oleh konfigurasi topografi, yaitu melalui keberadaan kedalaman ambang di mulut teluk dan titik terdalam di dekat ambang.

APG menjadi bahan perbincangan tetapi morfologinya belum pernah dipetakan secara detail untuk mengenali bentuk profil elevasi dan kemiringan topografi dan dimensinya secara spasial. Deskripsi tentang morfologi APG pernah ditunjukkan oleh Noya, *dkk* (2019), Salamena *et al.* (2021, 2022), Basit *et al.* (2012), dan Anonim (2003) pada dokumen profil sumberdaya Kelautan dan Perikanan Kota Ambon. Sangat penting dipetakan batas geografis perairan APG, profil 2D dan 3D dasar laut APG dan sekitar baik elevasi maupun kemiringan topografi, dan menghitung dimensi spasial didasarkan pada aspek morfologi dasar laut. Penelitian ini bertujuan memetakan morfologi Ambang Poka Galala (APG) yang berada zona transisi antara Teluk Ambon Dalam (TAD) dan Teluk Ambon Luar (TAL), menentukan batas area APG dan menyajikan informasi dimensi volume dan luas area APG.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di perairan Ambang Poka Galala (APG) yang terletak pada zona transisi antara Teluk Ambon Luar (TAL) dan perairan Teluk Ambon Dalam (TAD) (Gambar 1). Survey batimetri dilakukan tahun 2020 dan digitasi peta batimetri Navionics Sonar Chart Teluk Ambon, serta peta Navigasi dan Alur Pelayaran Teluk Ambon dari Dishidros AL yang diperbaharui tahun 2014.

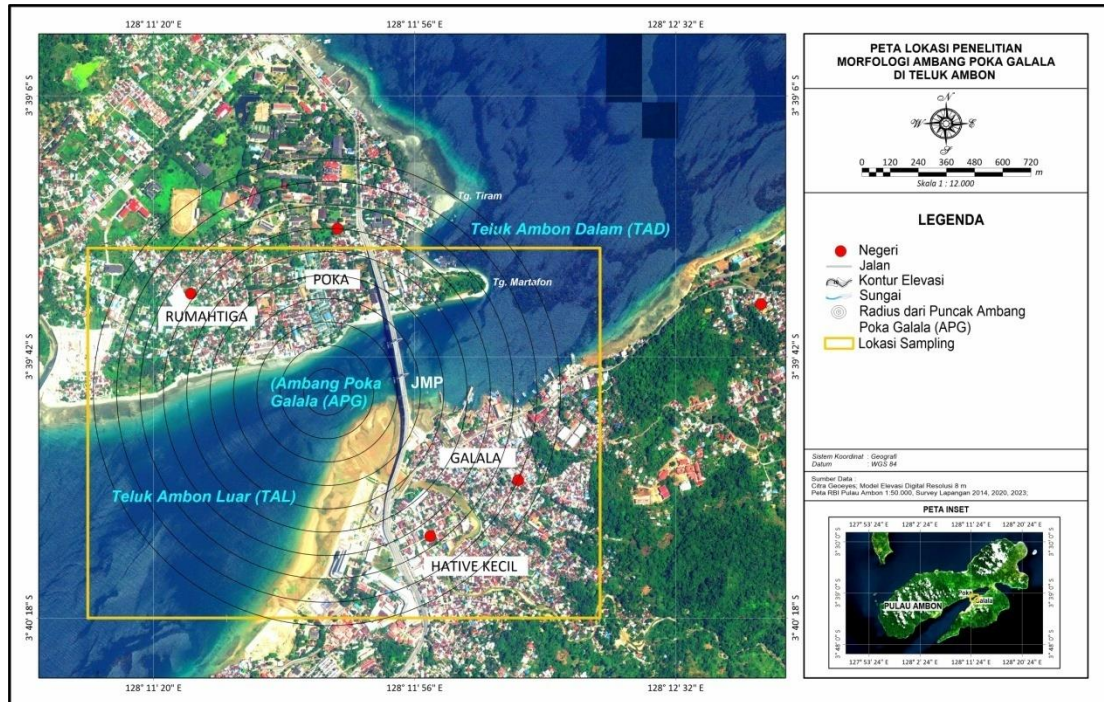
Metode Pengumpulan Data

Jenis Data

Data yang digunakan dalam pemetaan morfologi Ambang Poka Galala (APG) adalah data digital dari hasil survey batimetri, data digital batimetri Navionics, data digital hasil digitasi peta Navigasi dan Alur Pelayaran perairan TAD dan TAL skala 1:25.000. Peta digital batimetri Navionics Sonar Chart menyajikan kontur kedalaman perairan dengan interval 0,5 m.

Sumber Data

1. Survey batimetri Teluk Ambon tahun 2020
2. Peta digital Navigasi dan Alur Pelayaran skala 1:25000 (diupdated Tahun 2014)
3. Peta Digital Marine Navionics Sonar Chart (diakses bulan Mei tahun 2023)



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk pemetaan morfologi APG meliputi (1) data batimetri tahun 2014, 2020 (2) citra resolusi tinggi (3), peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) pulau Ambon (4) data pasang surut perairan Teluk Ambon tahun 2014, 2018, 2020. Data batimetri diperoleh dari hasil survey batimetri, data digital Navionics Sonar Chart dan data batimetri untuk alur pelayaran Teluk Ambon 1:25.000. Hasil sounding dikoreksi dengan data pasang surut TAD untuk menghasilkan kedalaman sebenarnya. Data citra resolusi tinggi dan peta RBI digunakan untuk penentuan garis pantai, dan batas administrasi desa/negeri. Proses digitasi peta menggunakan software ArcGIS 10.8. Analisis data pasang surut menggunakan metode least square berbasis excel. Pembuatan database kedalaman perairan menggunakan software excel dan selanjutnya menjadi input dalam pembuatan peta batimetri, pembuatan profil elevasi dan kemiringan dasar laut, serta perhitungan dimensi spasial volume dan luas area APG pada software SIG yang relevan.

Metode Analisis Data

Data hasil pemeruman (sounding) digunakan untuk mendapatkan data kedalaman laut sebenarnya untuk pembuatan peta batimetri, mengenali morfologi dasar laut meliputi profil elevasi topografi dan profil lereng dasar laut. Pembuatan peta batimetri diawali dengan koreksi terhadap pasang surut. Kedalaman sebenarnya diperoleh menggunakan formula 1 berikut :

$$rt = (TWLt - (MSL+Zo)) \dots\dots\dots 1$$

- Dimana : *rt*: Besarnya reduksi pada data pengukuran (kedalaman)
- TWLt* : Tinggi kedudukan muka laut pada waktu pengukuran
- MSL*: Tinggi kedudukan muka air laut rata-rata
- Zo*: Tinggi kedudukan muka surutan

Nilai MSL diperoleh dari hasil analisis data pasang surut 15 piantan yang bertepatan dengan data sounding menggunakan metode Least Square. Setelah koreksi pasang surut, selanjutnya dilakukan koreksi transduser, dengan menambahkan nilai kedalaman terukur terhadap nilai sarat (*draft*) atau kedalaman transduser pada badan kapal. Selanjutnya dikurangkan terhadap nilai koreksi pasang surut (*rt*) untuk

mendapatkan nilai kedalaman sebenarnya dengan formula 2 berikut. Peta batimetri dihasilkan dari data kedalaman sebenarnya dan digunakan untuk visualisasi 2D dan 3D morfologi dasar laut perairan APG.

$$D = dT - rt \dots\dots\dots 2$$

Keterangan:

D : Kedalaman sebenarnya

dT : Data kedalaman setelah penambahan terhadap nilai kedalaman transduser

rt : Besarnya reduksi pada data pengukuran (kedalaman)

Kedalaman perairan hasil sounding terkoreksi selanjutnya dikompilasi dengan data digital Navionics Sonar Chart dan batimetri Teluk Ambon dari Dishidros TNI AL, setelah dilakukan koreksi sistem koordinat dan datum referensi vertikal. Peta batimetri perairan APG dihasilkan menggunakan metode kriging. Metode kriging adalah metode gridding geostatistik yang sangat fleksibel untuk menghasilkan peta kontur (Isaaka dan Srivastava, 1989). Hasil pemeruman yang telah dikoreksi merupakan data tiga komponen yaitu x, y, dan z yang disimpan dalam bentuk tipe grid dimana x and y merupakan koordinat pada permukaan laut sementara z merupakan nilai kedalaman. Visualisasi morfologi bawah laut dilakukan dalam bentuk gridimage dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Untuk melihat bentuk morfologi dasar laut, data batimetri ditampilkan dalam bentuk kontur kedalaman secara 3 dimensi (3D) dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Surfer.

Elevasi topografi perairan APG diperoleh berdasarkan nilai sebaran titik kedalaman terdangkal terhadap nilai referensi muka laut LWS, MSL dan HWS yang diperoleh dari hasil analisis konstanta pasang surut. Analisis konstanta pasang surut menggunakan data pasang surut hasil pengukuran pada stasiun Ambon yang tercatat pada UHLSC (*University of Hawaii Sea Level Centre*).

Kemiringan topografi dasar laut APG diperoleh berdasarkan model kalkulus untuk terrain modelling berbasis kompas menggunakan persamaan 3 (Moore *et al.* 1993).

$$ST = \frac{360}{2\pi} \arctan \left[\left(\frac{Z_E - Z_W}{2\Delta x} \right)^2 + \left(\frac{Z_N - Z_S}{2\Delta y} \right)^2 \right] \dots\dots\dots 3$$

Dimana :

ST = kemiringan dasar laut; Z_E = nilai kedalaman pada sisi timur Z; Z_w = nilai kedalaman pada sisi barat Z; Z_N = nilai kedalaman pada sisi utara; Z_S = nilai kedalaman pada sisi selatan. Δx = Jarak Z_E dengan Z_w ; Δy = Jarak Z_N dengan Z_S .

Perhitungan dimensi spasial untuk luas dan volume APG menggunakan pendekatan trapezoidal rule dengan formula :

$$A = \frac{\Delta x}{2} [G_{i,1} + G_{i,2} + G_{i,3} \dots + 2G_{i,nCol-1} + G_{i,nCol}] \dots\dots\dots 4$$

$$Volume = \frac{\Delta y}{2} [A_1 + 2A_2 + 2A_3 \dots + 2A_{nCol-1} + A_{nCol}] \dots\dots\dots 5$$

Dimana: Δx adalah spasi kolom grid; Δy adalah spasi baris grid dan $G_{i,j}$ adalah nilai node grid untuk baris ke i dan kolom ke j.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Situasi Terkini Perairan Ambang Poka Galala (APG)

Wilayah perairan APG saat ini telah mengalami perubahan fisiografinya disebabkan terbangunnya Jembatan Merah Putih (JMP) (Gambar 2). Hadirnya JMP sejak tahun 2014 menyebabkan ruang massa air di perairan sekitar APG mengalami pengurangan akibat tereduksi oleh tiang jembatan.

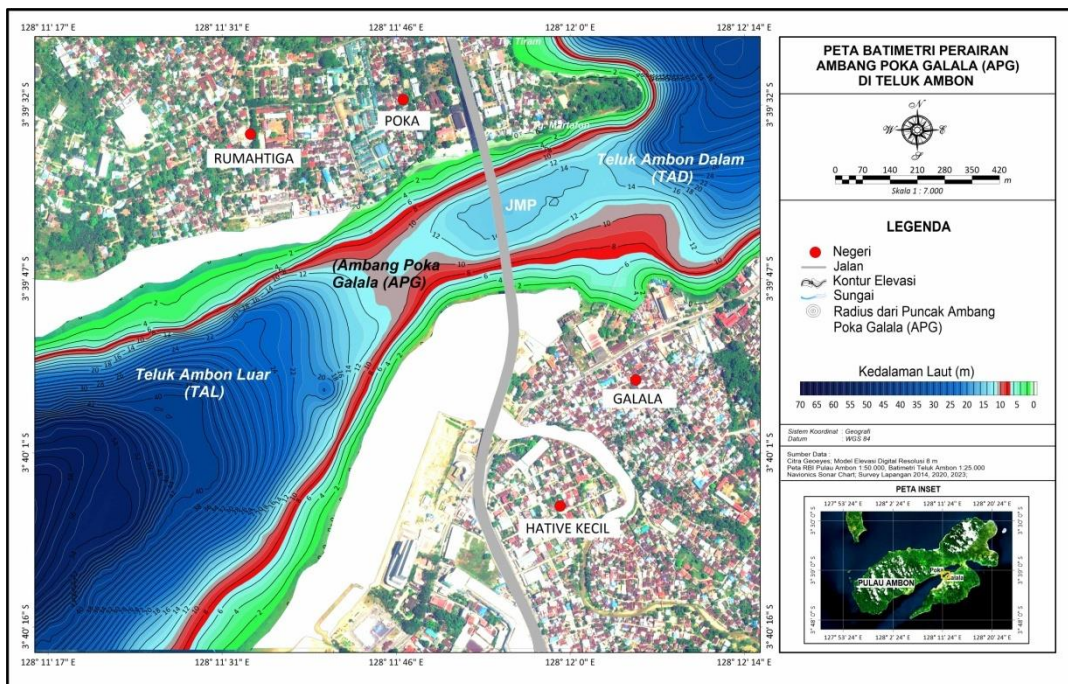


Gambar 2. Kenampakan Perairan Ambang Poka Galala (APG) sebelum dan setelah ada Jembatan Merah Putih (JMP).

Hasil analisis menunjukkan total luas area perairan APG yang tereduksi oleh pilar JMP adalah $\pm 900 \text{ m}^2$. Ini berarti volume ruang massa air yang berpindah dari area APG akibat hadirnya tiang jembatan sebanyak $\pm 2700 \text{ m}^3$.

Kedalaman Perairan APG

Pemetaan kedalaman perairan APG dan sekitarnya menggunakan model interpolasi kriging. Hasil pemetaan pada Gambar 3 menunjukkan kedalaman perairan APG dan sekitarnya yang dipetakan berkisar 0 – 70 m. Untuk mengenali batas area APG digunakan interval kontur kedalaman perairan 0,5 m. Berdasarkan sebaran kontur kedalaman tersebut, perairan APG dapat teridentifikasi berada pada kisaran kedalaman dari 0 – 10 m, pada zona transisi antara TAD dan TAL dengan puncak APG berada pada kedalaman 10 m.

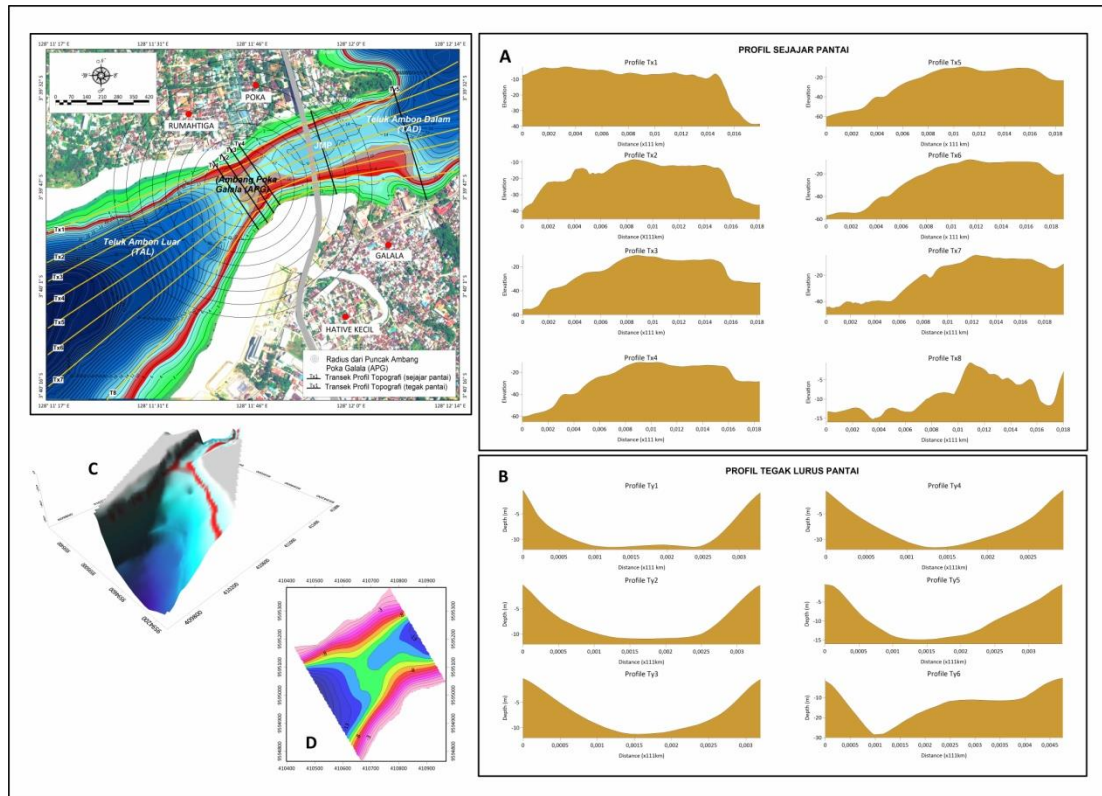


Gambar 3. Batimetri Perairan Ambang Poka Galala (APG) dan sekitarnya

Morfologi Dasar Laut APG

Profil Topografi APG

Pada Gambar 4 ditunjukkan profil topografi dasar perairan APG pada 8 transek sejajar garis pantai (Gambar 4A) dan 6 transek tegak lurus pantai (Gambar 4B). Relief topografi dasar APG tampak jelas pada setiap transek pada sisi utara (wilayah Poka) hingga selatan (wilayah Galala dan Hative Kecil). Profil topografi tersebut memperlihatkan bentuk fisik APG. Pada Tx1 relief dasar tampak datar sepanjang pantai. Pada Tx2 (150 m dari surut terendah) profil dasar APK tampak lebih jelas, berbentuk cembung dengan puncak ambang (sill) pada kedalaman 10 m. Pola kenampakan topografi pada Tx3 – Tx7 masih relatif sama pada area sentral Ambang, kecuali untuk Tx8 yang lebih meruncing pada sisi selatan area ambang.

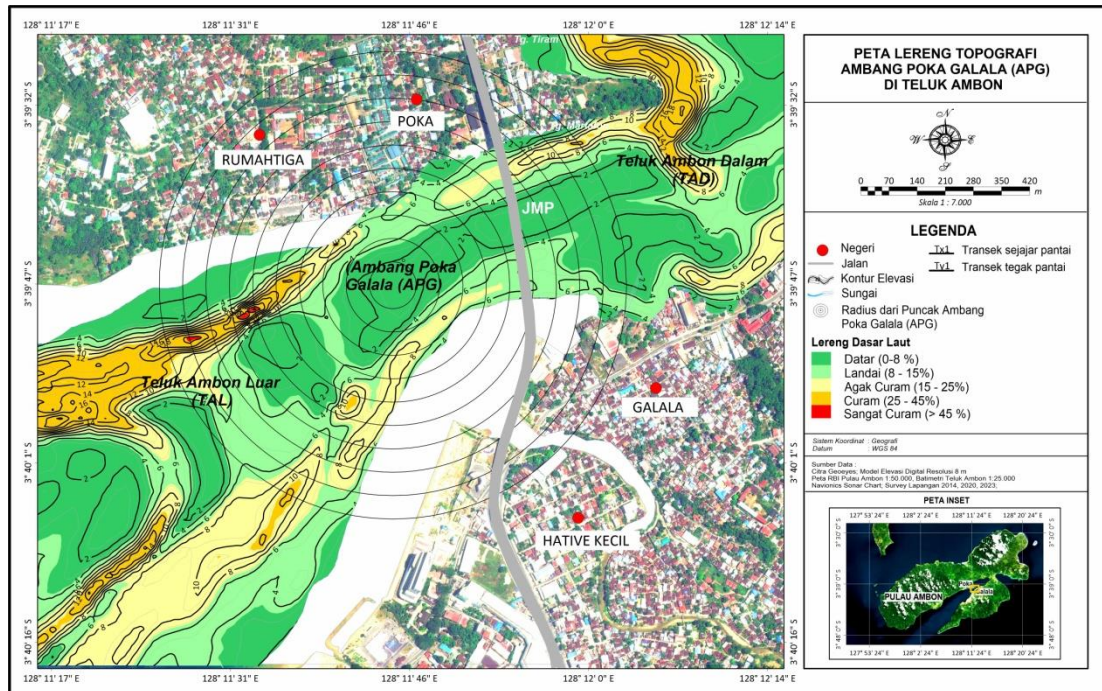


Gambar 4. Profil topografi dasar perairan APG dan sekitarnya

Berdasarkan bentuk dasar tersebut dapat diidentifikasi batas topografi APG. Gambar 4B memperlihatkan bentuk profil topografi dasar APG sepanjang jalur dari Barat Daya (TAL) ke Timur Laut (TAD). Dasar laut perairan APG dari pantai Poka ke Galala memiliki bentuk dasar yang bervariasi, dengan variasi utama pada bentuk cekungan dasar lautnya. Saluran yang terbentuk pada Ty1 – Ty6 umumnya berbentuk U artinya proses erosi horisontal lebih dominan dan terindikasi merupakan zona akumulasi sedimen yang disuplai dari sungai Wai Ruhu dan sungai Wailela.

Secara keseluruhan kenampakan dasar perairan APG berbentuk huruf U tetapi dengan pelandaian profil terjadi pada wilayah tengah area APG hingga pantai Galala. Sementara kenampakan dasar laut APG yang dekat dengan pantai Poka lebih miring hingga curam dan cekungan dasar lautnya lebih dalam. Hal lain yang terlihat adalah terjadi penyempitan saluran ke arah TAD. Profil dasar laut pada inlet TAD (Ty6) memiliki bentuk V pada sisi pantai Tg. Martafon. Hal ini berindikasi proses erosi vertikal lebih dominan, sementara pada sisi selatan terjadi perataan topografi yang diduga sebagai lokasi akumulasi sedimen kohesif yang ditranspor dari sungai yang bermuara di sekitar. Berdasarkan kenampakan bentuk dasar secara melintang tersebut terindikasi bahwa ada pengaruh kuat dari proses sedimentasi sungai Wai Ruhu. Sedimentasi yang terjadi secara regular akibat pasokan muatan sedimen sungai Wai Ruhu diduga sebagai penyebab pelandaian profil dasar laut pada sisi timur area APG.

Topografi pada area sentral APG tergolong datar dengan kemiringan 1-2° (Gambar 5), sedangkan area dekat batas surut terendah relatif landai hingga curam. Dasar laut di sisi barat APG lebih curam hingga terjal daripada dasar laut pada sisi selatan APG yang umumnya lebih landai hingga datar.



Gambar 5. Kemiringan dasar laut Ambang Poka Galala (APG)

Letak dan Batas Geografis serta Dimensi Spasial APG

Perairan APG (Gambar 4D) teridentifikasi terletak pada posisi koordinat geografis 128,19316 – 128,19829 BT dan 3,66027 – 3,56659 LS dan korrdinat UTM 410399,1390 – 410969,1292 mT dan 9594764,3000 – 9595384,3000 mU. Secara geografis Perairan APG berbatasan dengan pantai Poka dan Rumahtiga di bagian utara, pantai Hative Kecil dan Galala di bagian selatan hingga Tenggara, perairan Teluk Ambon Dalam (TAD) di bagian timur laut – timur, dan perairan Teluk Ambon Luar (TAL) di bagian barat hingga tenggara. Kedudukan perairan APG ini menjadi pintu masuk (inlet) massa air dari perairan TAL ke perairan TAD selama periode pasang dan menjadi pintu keluar massa air dari perairan TAD ke TAL selama periode surut.

Luas dan Volume Ambang Poka Galala (APG)

Perhitungan luas dan volume perairan APG menggunakan Trapezoidal Rule untuk batas kedalaman referensi 0m, 8m dan 10 m. Hasil perhitungan untuk level kedalaman referensi 0 m (referensi LWS) menemukan volume bersih perairan APG 1.304.828,05 m³ dan luas area permukaan 151.954,65 m². Pada level kedalaman referensi 10 m, volume perairan APG 351.296,95 m³ dan luas area permukaan 73.012,06 m². Pada kedalaman referensi 8m, volume bersih APG 20.071,95 m³, dan luas area permukaan 94.887,23 m². Pada kedalaman referensi 10m, volume bersih APG 351.296,95 m³, dan luas area permukaan 73.012,06 m².

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Morfologi dasar laut perairan Ambang Poka Galala (APG) dapat dipetakan menggunakan data batimetri berbasis sounding dan data digital Navionics Sonar Chart resolusi tinggi dan batimetri alur pelayaran Teluk Ambon dari Dishidros AL.
2. Batas posisi APG pada koordinat geografi 128,19316-128,19829 BT dan 3,56659-3,66027 LS dan koodinat UTM 410399,1390-410969,1292 mT dan 9594764,3000 – 9595384,3000 mU.

3. Ada variasi bentuk profil topografi dasar laut APG dalam jalur barat daya-timur laut dan jalur utara selatan. Profil topografi umumnya cembung dengan puncak relatif datar pada sentral APG, dengan alur umumnya berbentuk huruf U pada wilayah APG hingga inlet TAD. Kecenderungan terjadi penyempitan alur sepanjang sentral APK ke inlet TAD dan terjadi perubahan kemiringan topografi pada sisi utara dan selatan alur.
4. Ada perbedaan volume perairan APG untuk setiap kedalaman referensi. Pada kedalaman referensi 0 m (LWS), volume APG 1.304.828,05 m³ dengan luas area permukaan 151.954,65 m². Pada kedalaman referensi 8m, volume bersih APG 20.071,95 m³, dan luas area permukaan 94.887,23 m². Pada kedalaman referensi 10m, volume bersih APG 351.296,95 m³, dan luas area permukaan 73.012,06 m².

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2003). Data dan Informasi Perikanan dan Kelautan Kota Ambon. Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku.
- Basit, Abdul, Mutiara Rahmat Putri, and Willem M Tatipatta. 2012. "Estimation of Seasonal Vertically Integrated Primary Productivity in Ambon Bay Using the Depth-Resolved , TimeIntegrated Production Model." *Mar. Res. Indonesia* 37 (1): 47–56.,
- Davies, A.M and J. Xing, 2006. On the influence of stratification and tidal forcing upon mixing in sill regions. *Ocean Dynamics* (2007) 57:431–451 DOI 10.1007/s10236-007-0114-5.
- Hamzah M S and Wenno L F 1987 Ambon I: Biology, Fisheries, Oceanography, and Geology (Ambon: LIPI) p 91-101.
- Isaaks, E.H. and Srivastava, R.M. (1989) *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York, 413.
- Noya, Y.A dan W,J. Tuahattu, 2020. Kepadatan dan Pola Transport Sampah Laut Terapung di Pesisir Barat Perairan Teluk Ambon Luar. *Jurnal Penelitian Sains* 23 (1) 2021: 19-27.
- Noya, Y.A, Purba M, Koropitan A.F, and Tri Partono. 2016. Modeling the Barotropic Circulation on Inner Ambon Bay. *International Journal of Oceans and Oceanography* ISSN 0973-2667, Volume 10, Number 2 (2016), pp. 265-286
- Noya, Y.A dan J.W. Tuahatu, 2020. Kepadatan dan Pola Transport Sampah Laut Terapung di Pesisir Barat Perairan Teluk Ambon Luar. *Jurnal Penelitian Sains* 23 (1) 2021: 19-27
- Nurfitri S. and M. Putri, (2019) Water mass exchange at Ambon Bay based on trajectory model: a preliminary study. *Journal of Physics Conference Series*. DOI: 10.1088/1742-6596/1127/1/012039.
- Salamena G.G, Whinney J.C, S.F Heron and V. P. 2021. Internal tidal waves and deep-water renewal in a tropical fjord: Lessons from Ambon Bay, eastern Indonesia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Volume 253, 31 May 2021, 107291.
- Salamena G.G, Whinney J.C, S.F Heron and V. P. 2022. Frontogenesis and estuarine circulation at the shallow sill of a tropical fjord: Insights from Ambon Bay, eastern Indonesia. *Regional Studies in Marine Science*. Volume 56, November 2022.
- Saputra, F.R.Y dan J.D. Lekalette (2016) Dinamika Massa Air di Teluk Ambon. *Widyariset* , Vol. 2 No. 2 (2016) Hlm. 143 – 152.
- Xing J. and A. M. Davies, 2006a. Processes influencing tidal mixing in the region of sills. *Geophysical Research Letters*, Vol. 33, L04603, Doi: 10.1029/2005gl025226.
- Xing J. and A. M. Davies, 2006b. Influence of stratification and topography upon internal wave spectra in the region of sills. *Geophysical Research Letters*, Vol. 33, L23606, Doi:10.1029/2006gl028092, 2006