

**FPIPS : 5801/UN40.A2.12/PT/2025**

**PEMETAAN AWAL KEDALAMAN PERAIRAN DANGKAL DI  
TELUK TAMIANG KABUPATEN KOTABARU KALIMANTAN SELATAN  
MENGUNAKAN *PLEIADES 1B SATELLITE-DERIVED BATHYMETRY***

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Geografi Program Studi Sains Informasi Geografi*



Disusun oleh:

Muhammad Lutfi Hafid

NIM. 2103434

**PROGRAM STUDI SAINS INFORMASI GEOGRAFI  
FAKULTAS PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN SOSIAL  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG**

**2024**

## HAK CIPTA

# PEMETAAN AWAL KEDALAMAN PERAIRAN DANGKAL DI TELUK TAMIANG KABUPATEN KOTABARU KALIMANTAN SELATAN MENGUNAKAN *PLEIADES 1B SATELLITE-DERIVED BATHYMETRY*

Oleh

Muhammad Lutfi Hafid

NIM. 2103434

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Geografi (S.Geo) pada Program Studi Sains Informasi Geografi Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Universitas Pendidikan Indonesia

© Muhammad Lutfi Hafid

Universitas Pendidikan Indonesia

Desember 2024

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**MUHAMMAD LUTFI HAFID**  
**PEMETAAN AWAL KEDALAMAN PERAIRAN DANGKAL DI**  
**TELUK TAMIANG KABUPATEN KOTABARU KALIMANTAN SELATAN**  
**MENGGUNAKAN *PLEIADES 1B SATELLITE-DERIVED BATHYMETRY***

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing

Pembimbing I



**Dr. Lili Somantri, S.Pd., M.Si.**

NIP. 197902262005011008

Pembimbing II



**Silmi Afina Aliyan, S.T., M.T.**

NIP. 920200419921117202

Mengetahui

Ketua Program Studi Sains Informasi Geografi



**Dr. Lili Somantri, S.Pd., M.Si.**

NIP. 197902262005011008

**HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Lutfi Hafid

NIM : 2103434

Program Studi : Sains Informasi Geografi

Fakultas : Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul “Pemetaan Awal Kedalaman Perairan Dangkal di Teluk Tamiang Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan Menggunakan *Pleiades 1B Satellite-Derived Bathymetry*” merupakan penelitian asli dan terhindar dari plagiarisme. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi kecurangan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik yang telah berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 13 Desember 2024

Yang Pembuat Pernyataan

Muhammad Lutfi Hafid

NIM. 2103434

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pemetaan Awal Kedalaman Perairan Dangkal Menggunakan *Pleiades 1B Satellite-Derived Bathymetry*". Tujuan utama dalam pengerjaan skripsi ini sebagai syarat memperoleh Sarjana Geografi (S.Geo) di Program Studi Sains Informasi Geografi, Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Universitas Pendidikan Indonesia. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, yang disebabkan karena terbatasnya pengetahuan dan kemampuan penulis. Skripsi ini dapat selesai dengan baik berkat arahan, bimbingan, dan saran masukan dari semua pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung saat pelaksanaan pengerjaan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pembaca guna menjadi acuan agar penulis bisa menjadi lebih baik lagi di masa mendatang. Semoga penelitian skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak lainnya sebagai peneliti selanjutnya.

Bandung, 13 Desember 2024

Penulis,

Muhammad Lutfi Hafid

## UCAPAN TERIMA KASIH

*Bismillahirrahmanirrahim*, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. berkat anugerah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini dengan baik serta lancar. Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang memberikan kontribusi pada proses pengerjaan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. sebagai Tuhan dari penulis yang memberikan kesehatan, keselamatan serta rahmatnya karena telah meridloi adanya penelitian ini dan mengizinkan buminya untuk diteliti secara langsung oleh manusia ciptaannya.
2. Kedua orangtua, Nur Kalim, S.E. dan Asrotin yang telah memberikan semangat dan mendukung melalui materi dan do'a sehingga penulis dapat terus menyelesaikan penelitian ini hingga selesai.
3. Dr. Lili Somantri, S.Pd., M.Si. sebagai kepala program studi Sains Informasi Geografi serta dosen wali akademik dan dosen pembimbing pertama yang telah memberikan waktu beserta ilmunya untuk membimbing penulis berdasarkan struktur kepenulisan dan konten penginderaan jauh sehingga penelitian dapat berjalan dengan baik dan lancar hingga selesai.
4. Silmi Afina Aliyan, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing kedua yang telah memberikan banyak ilmu dan wawasan tentang teknik pengambilan, teknik sampling, teknik uji ketelitian, dan pengarahan analisis pada penelitian ini sehingga dapat selesai dengan maksimal hingga selesai.
5. Dr. Andika Permadi Putra, S.T., M.T. sebagai dosen bidang hukum laut dan hidrografi Sains Informasi Geografi yang banyak membantu mengenai wawasan dan teknik di bidang hidrografi dan Achmad Fadhilah, S.Pd., M.Sc. sebagai dosen bidang penginderaan jauh Sains Informasi Geografi yang telah membantu memberikan masukan-masukan pada penelitian ini sehingga pengembangan penginderaan jauh dan survei hidrografi dapat tertulis pada penelitian ini.
6. Jajaran dosen pengajar dan staf akademik pada program studi Sains Informasi Geografi yang selama masa perkuliahan telah memberikan banyak ilmu pengetahuan, pengalaman, serta wawasan yang dapat digunakan oleh penulis untuk hidup bermasyarakat kedepannya.

7. Keluarga besar H. Syamsudin yang ada di Batulicin, Kabupaten Tanah Bumbu yang telah menjembatani peneliti untuk bisa bekerjasama serta melakukan perizinan dengan Pemerintah Daerah Kabupaten Kotabaru.
8. Kepala Bakesbangpol Kabupaten Kotabaru, Hj. Melinda Ratna Agustina, S.STP., M.IP. yang telah memberikan izin bagi peneliti untuk melakukan penelitian di Teluk Tamiang, Kabupaten Kotabaru.
9. Kepala Camat Pulau Laut Tanjung Selayar dan Hasan Basri selaku pemerintah daerah setempat yang memiliki otoritas pada kawasan perairan Teluk Tamiang dan sekitarnya telah mengizinkan serta mendukung peneliti untuk ikut serta mengembangkan kawasan Teluk Tamiang melalui penelitian kedalaman perairan menggunakan citra penginderaan jauh.
10. Beberapa rekan seperti Fathan Musyaffa Abdul Jabbar, Jihan Meilasari, Muhammad Allif Ziddan Ash shiddiqi, Rafli Ortega Jaya, dan Rahmadita Dwi Adianto yang telah memberikan dukungan penuh selama pengerjaan penelitian.
11. Teman-teman Kontrakan Jawa yang telah kebersamai selama perkuliahan dan bertempat tinggal dari awal sehingga dapat mengikuti seluruh perkuliahan di program studi Sains Informasi Geografi.
12. Teman-teman komunitas IMAGIS yang telah menjadi wadah pengembangan diri peneliti selama berkuliah dan berorganisasi di program studi Sains Informasi Geografi.
13. Teman-teman angkatan 2021 dan angkatan lainnya yang telah mengenal dan ikut serta mendukung peneliti baik secara langsung maupun tidak langsung.

Demikian ucapan terima kasih yang dapat disampaikan, penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam pelaksanaan penelitian ini sehingga diperlukan masukan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi khalayak umum khususnya dalam penelitian hidrografi khususnya batimetri menggunakan penginderaan jauh.

Bandung, 13 Desember 2024

Penulis,

Muhammad Lutfi Hafid

## ABSTRAK

### PEMETAAN AWAL KEDALAMAN PERAIRAN DANGKAL DI TELUK TAMIANG KABUPATEN KOTABARU KALIMANTAN SELATAN MENGUNAKAN *PLEIADES 1B SATELLITE-DERIVED BATHYMETRY*

Muhammad Lutfi Hafid  
2103434

Teluk Tamiang merupakan perairan dangkal yang terletak di sebelah selatan dari Pulau Laut secara administratif termasuk ke dalam Kabupaten Kotabaru. Seluruh perairan yang ada di Indonesia termasuk Teluk Tamiang memiliki potensi yang bisa dikembangkan sehingga sangat penting untuk dilakukan pemetaan terutama pemetaan profil kedalamannya. Saat ini, pemetaan profil kedalaman lebih sering memakai teknologi sonar maupun alat *sounding* untuk mengekstraksi data kedalaman suatu perairan. Teknik tersebut memerlukan biaya yang sangat mahal dan membutuhkan waktu yang lama sehingga diperlukan teknik yang lebih efisien serta cepat dan menjangkau area yang cukup luas seperti ekstraksi data kedalaman menggunakan citra yang disebut *satellite-derived bathymetry* (SDB). *Satellite-derived bathymetry* memanfaatkan pancaran kanal band untuk mengestimasi kedalaman berdasarkan kemampuan band tampak menembus air yang dibangun menggunakan band hijau dan biru melalui *processing* algoritma batimetri empiris Stumpf. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kemampuan citra Pleiades 1B untuk mengekstraksi data kedalaman serta membandingkan ketelitian melalui tiga model semivariogram pada interpolasi kriging yaitu *exponential*, *gaussian*, dan *spherical* berdasarkan uji *root mean square error* (RMSE) sehingga mendapatkan model semivariogram terbaik dan dapat divisualisasi dalam bentuk peta. Tahap yang perlu dilakukan yaitu dengan membagi dua sampel yaitu data training dan data uji ketelitian yang totalnya mencapai 850 titik dan dibagi proporsi 70:30. Selanjutnya citra dikoreksi radiometrik, atmosferik, dan *sunlint*. Kemudian, penerapan algoritma batimetri empiris Stumpf pada citra sehingga menghasilkan data kedalaman yang dapat dilihat pada piksel band-nya. Data kedalaman tersebut kemudian dikoreksi terlebih dahulu berdasarkan referensi *chart datum* pada analisis pasang surut sehingga dapat dilakukan pemodelan semivariogram interpolasi kriging dan diuji ketelitiannya. Hasilnya, semivariogram *gaussian* menjadi yang terbaik dengan ketelitian RMSE diangka 8,287. Kemudian diikuti *spherical* dengan RMSE diangka 8,301 dan *exponential* dengan RMSE diangka 8,515. Secara keseluruhan, ketelitian *Pleiades 1B satellite-derived bathymetry* berada pada angka 8,368 berdasarkan rata-rata ketiga model. Model *gaussian* sebagai model terbaik dilakukan penerapan model garis pantai berdasarkan *mean sea level* (MSL) lalu divisualisasikan dan menghasilkan Peta Estimasi Kedalaman Perairan Dangkal Berdasarkan Citra Pleiades 1B di Teluk Tamiang Kabupaten Kotabaru Tahun 2024 dengan rentang kedalaman antara 2 – 12 meter di bawah permukaan laut dengan selang kontur per 1 meter.

**Kata Kunci:** *Satellite-Derived Bathymetry*, Algoritma Stumpf, Citra Pleiades 1B, Kriging, Semivariogram, Kedalaman Perairan, Teluk Tamiang, Pemetaan



## ABSTRACT

### *PRELIMINARY DEPTH MAPPING OF SHALLOW WATERS IN TAMIANG BAY KOTABARU REGENCY SOUTH KALIMANTAN USING PLEIADES 1B SATELLITE-DERIVED BATHYMETRY*

Muhammad Lutfi Hafid  
2103434

*Teluk Tamiang is a shallow water located south of Laut Island, administratively included in Kotabaru Regency. All waters in Indonesia, including Teluk Tamiang, have potential that can be developed, so it is very important to do mapping, especially mapping the depth profile. Currently, depth profile mapping more often uses sonar technology or sounding tools to extract depth data of a body of water. These techniques are costly and time-consuming, so a more efficient technique is needed that is fast and covers a large area, such as extracting depth data using imagery called satellite-derived bathymetry (SDB). Satellite-derived bathymetry utilises channel band radiance to estimate depth based on the ability of the visible band to penetrate water built using green and blue bands through processing Stumpf empirical bathymetry algorithm. The purpose of this study is to determine the ability of Pleiades 1B imagery to extract depth data and compare accuracy through three semivariogram models in kriging interpolation, namely exponential, gaussian, and spherical based on the root mean square error (RMSE) test so as to get the best semivariogram model and can be visualised in map form. The stage that needs to be done is to divide the two samples, namely training data and accuracy test data, which totals 850 points and is divided into proportions of 70:30. Next, the image is corrected radiometrically, atmospherically, and sunglint. Then, the application of Stumpf empirical bathymetry algorithm to the image produces depth data that can be seen in the band pixels. The depth data was then first corrected based on the chart datum reference in tidal analysis so that kriging interpolation semivariogram modelling could be carried out and tested for accuracy. As a result, the gaussian semivariogram is the best with an RMSE accuracy of 8.287. Then followed by spherical with an RMSE of 8.301 and exponential with an RMSE of 8.515. Overall, the accuracy of Pleiades 1B satellite-derived bathymetry is at 8.368 based on the average of the three models. The gaussian model as the best model was applied to the coastline model based on mean sea level (MSL) and then visualised and produced a Shallow Water Depth Estimation Map Based on Pleiades 1B Imagery in Tamiang Bay, Kotabaru Regency in 2024 with a depth range between 2 - 12 meters below sea level with a contour interval of 1 meter.*

**Key Words:** *Satellite-Derived Bathymetry, Stumpf Algorithm, Pleiades 1B Imagery, Kriging, Semivariogram, Shallow Water Depth, Tamiang Bay, Mapping*

## DAFTAR ISI

<b>HAK CIPTA .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	6
1.3. Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Manfaat Penelitian.....	6
1.5. Definisi Operasional.....	8
1.6. Struktur Organisasi.....	9
1.7. Penelitian Terdahulu .....	10
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>21</b>
2.1 Kedalaman Laut .....	21
2.1.1 Definisi Kedalaman Laut .....	21
2.1.2 Metode Pengukuran Kedalaman Laut.....	22
2.2 <i>Satellite-Derived Bathymetry</i> .....	28
2.2.1 Definisi <i>Satellite-Derived Bathymetry</i> .....	28
2.2.2 Keunggulan <i>Satellite Derived Bathymetry</i> .....	29
2.3 <i>Navionics Sonarchart</i> .....	30
2.4 Interpolasi Kriging .....	31
2.5 Uji Geostatistik.....	33
2.6 Citra Pleiades 1B .....	33
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>36</b>
3.1 Metode Penelitian.....	36
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	37

3.2.1 Lokasi Penelitian.....	37
3.2.2 Waktu Penelitian .....	37
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	40
3.3.1 Alat Penelitian.....	40
3.3.2 Bahan Penelitian .....	40
3.4 Desain Penelitian .....	41
3.4.1 Pra Penelitian .....	41
3.4.2 Pelaksanaan Penelitian.....	42
3.4.3 Pasca Penelitian .....	42
3.5 Populasi dan Sampel .....	43
3.5.1 Populasi.....	43
3.5.2 Sampel .....	43
3.6 Variabel Penelitian.....	46
3.7 Teknik Pengolahan Data.....	46
3.7.1 Koreksi Radiometrik.....	46
3.7.2 Koreksi Atmosferik.....	47
3.7.3 Koreksi <i>Sunlint</i> .....	48
3.7.4 <i>Cropping</i> dan <i>Masking</i> .....	49
3.7.5 Pengolahan Data Pasang Surut .....	49
3.7.6 Koreksi Titik Kedalaman .....	51
3.8 Teknik Analisis Data.....	52
3.8.1 Penerapan Algoritma Batimetri Empiris Stumpf.....	52
3.8.2 Perbandingan Ketelitian Semivariogram Kriging.....	53
3.8.3 Pemilihan Model Semivariogram Kriging Terbaik.....	53
3.9 Diagram Alir Penelitian .....	55
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>56</b>
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	56
4.1.1 Kondisi Geografis .....	56
4.1.2 Analisis Pasang Surut Harmonik .....	58
4.2 Hasil Pengolahan Data .....	59
4.2.1 Koreksi Pengolahan Citra Pleiades 1B .....	59
4.2.2 Ekstraksi Batimetri Empiris Stumpf .....	63
4.2.3 Pemodelan Kedalaman Kriging .....	66
4.2.4 Pemilihan Model Kedalaman Terbaik.....	69

4.2.5	Penerapan Garis Pantai Terhadap Model .....	73
4.3	Pembahasan .....	76
4.3.1	Model Kedalaman <i>Satellite-Derived Bathymetry</i> .....	76
4.3.2	Perbandingan Ketelitian antar Semivariogram Kriging .....	78
4.3.3	Pemetaan Kedalaman Perairan dengan Semivariogram Kriging Terbaik .....	80
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>83</b>
5.1	Simpulan.....	83
5.2	Implikasi .....	84
5.3	Rekomendasi .....	84
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>xvii</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>		<b>xxiv</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>xxvi</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Penelitian Terdahulu .....	11
<b>Tabel 2.1</b> Spesifikasi Citra Pleiades 1B.....	34
<b>Tabel 3.1</b> Waktu Pelaksanaan Penelitian .....	39
<b>Tabel 3.2</b> Alat Penelitian.....	40
<b>Tabel 3.3</b> Bahan Penelitian .....	40
<b>Tabel 3.4</b> Tabel Pembagian Sampel Data Training dan Uji Ketelitian, .....	44
<b>Tabel 3.5</b> Variabel Penelitian .....	46
<b>Tabel 3.6</b> Persamaan Regresi Linier Untuk Input <i>Band Math</i> Sunglint .....	48
<b>Tabel 3.7</b> Unsur Utama Pasang Surut.....	49
<b>Tabel 4.1</b> Nilai Elevasi Permukaan Laut Kotabaru Dalam Satuan Meter .....	58
<b>Tabel 4.2</b> Nilai Statistik <i>Radiance</i> Citra Hasil Koreksi Radiometrik, .....	60
<b>Tabel 4.3</b> Nilai Statistik <i>Reflectance</i> Citra Hasil Koreksi Atmosferik, .....	62
<b>Tabel 4.4</b> Data Estimasi dan Data Validasi Pada <i>Exponential</i> .....	70
<b>Tabel 4.5</b> Data Estimasi dan Data Validasi Pada <i>Gaussian</i> .....	71
<b>Tabel 4.6</b> Data Estimasi dan Data Validasi Pada <i>Spherical</i> .....	72
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Penghitungan RMSE Tiga Model Semivariogram.....	73

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Zona Stratifikasi Kedalaman Laut .....	22
<b>Gambar 2.2</b> Komponen dan Ilustrasi Pengambilan Data Echosounder.....	24
<b>Gambar 2.3</b> Perbandingan LiDAR dengan Sistem Akustik .....	25
<b>Gambar 2.4</b> Pengaplikasian Satelit Altimetri Pada Batimetri.....	27
<b>Gambar 2.5</b> Ilustrasi <i>Satellite-Derived Bathymetry</i> .....	29
<b>Gambar 2.6</b> Bentuk Model <i>Exponential</i> .....	32
<b>Gambar 2.7</b> Bentuk Model <i>Gaussian</i> .....	32
<b>Gambar 2.8</b> Bentuk Model <i>Spherical</i> .....	33
<b>Gambar 2.9</b> Citra Pleiades-1B Ortho Teluk Tamiang.....	34
<b>Gambar 3.1</b> Peta Lokasi Penelitian.....	38
<b>Gambar 3.2</b> Peta Sebaran Data Training dan Uji Ketelitian Model .....	45
<b>Gambar 3.3</b> Diagram Alir Penelitian .....	55
<b>Gambar 4.1</b> Peta Lingkungan Pantai Teluk Tamiang dan Sekitarnya .....	57
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Pasang Surut Kotabaru .....	59
<b>Gambar 4.3</b> Perbedaan Sebelum dan Sesudah Koreksi Radiometrik.....	60
<b>Gambar 4.4</b> Perbedaan Sebelum dan Sesudah Koreksi Atmosferik.....	62
<b>Gambar 4.5</b> Perbandingan Antara Citra Pleiades 1B Sebelum dan Sesudah Terkoreksi Sunglint .....	63
<b>Gambar 4.6</b> Peta Model <i>Satellite-Derived Bathymetry</i> Menggunakan Citra Pleiades 1B.....	64
<b>Gambar 4.7</b> Tampilan Data Kedalaman Batimetri Empiris Pada <i>Software</i> SNAP .....	65
<b>Gambar 4.8</b> Model Bining <i>Exponential</i> .....	66
<b>Gambar 4.9</b> Model Neighborhood <i>Exponential</i> .....	67
<b>Gambar 4.10</b> Model Bining <i>Gaussian</i> .....	67
<b>Gambar 4.11</b> Model Neighborhood <i>Gaussian</i> .....	68
<b>Gambar 4.12</b> Model Bining <i>Spherical</i> .....	68
<b>Gambar 4.13</b> Model Neighborhood <i>Spherical</i> .....	69
<b>Gambar 4.14</b> Model Tiga Dimensi Perairan Dangkal Teluk Tamiang.....	74
<b>Gambar 4.15</b> Peta Estimasi Kedalaman Perairan Dangkal Berdasarkan Citra Pleiades 1B di Teluk Tamiang Kabupaten Kotabaru.....	75

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1:</b> Data Training Model Kedalaman Garmin <i>Navionics Sonarchart</i>	xxvi
<b>Lampiran 2:</b> Data Uji Ketelitian <i>Sounding</i> Peta LPI Lembar No. 1811-03	xl
<b>Lampiran 3:</b> Pengolahan Kriging Semivariogram <i>Exponential</i>	xlvii
<b>Lampiran 4:</b> Laporan Hasil Kriging Semivariogram <i>Exponential</i>	xlviii
<b>Lampiran 5:</b> Pengolahan Kriging Semivariogram <i>Gaussian</i>	xlix
<b>Lampiran 6:</b> Laporan Hasil Kriging Semivariogram <i>Gaussian</i>	l
<b>Lampiran 7:</b> Pengolahan Kriging Semivariogram <i>Spherical</i>	li
<b>Lampiran 8:</b> Laporan Hasil Kriging Semivariogram <i>Spherical</i>	lii
<b>Lampiran 9:</b> Tabel Uji <i>Root Mean Square Error Exponential</i>	liii
<b>Lampiran 10:</b> Tabel Uji <i>Root Mean Square Error Gaussian</i>	lx
<b>Lampiran 11:</b> Tabel Uji <i>Root Mean Square Error Spherical</i>	lxvii
<b>Lampiran 12:</b> Surat Perizinan Penelitian Oleh Pemerintah Daerah Kabupaten Kotabaru	lxxiv
<b>Lampiran 13:</b> Dokumentasi Kesepakatan Perizinan Penelitian Bersama Pejabat Setempat	lxxv
<b>Lampiran 14:</b> Formulir Tanda Terima Data dari Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)	lxxvi
<b>Lampiran 15:</b> Formulir Tanda Terima Data LPI dari Badan Informasi Geospasial (BIG)	lxxvii

## DAFTAR PUSTAKA

- Aarninkhof, S. G. J., Turner, I. L., Dronkers, T. D. T., Caljouw, M., & Nipius, L. (2003). A video-based technique for mapping intertidal beach bathymetry. *Coastal Engineering*, 49(4), 275–289. [https://doi.org/10.1016/S0378-3839\(03\)00064-4](https://doi.org/10.1016/S0378-3839(03)00064-4)
- Adelia, R. S. A. (2017). *Interpolasi Spasial Metode Co-Kriging Menggunakan Semivariogram Isotropik dan Anisotropik (Studi Kasus Pada Data Curah Hujan Wilayah Lumajang)* [Thesis Sarjana, Universitas Brawijaya]. <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/4224/>
- Afifa, F. H., Supriharyono, S., & Purnomo, P. W. (2018). Penyebaran Bulu Babi (Sea Urchins) Di Perairan Pulau Menjangan Kecil, Kepulauan Karimunjawa, Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 6(3), 230–238. <https://doi.org/10.14710/marj.v6i3.20580>
- Agung, D., & Arief K., H. (2017). Menata Pangkalan Angkatan Laut Guna Memperkuat Kedaulatan Maritim Indonesia. *Jurnal Studi Diplomasi Dan Keamanan*, 9(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.31315/jsdk.v9i1.2481.g2114>
- Aji, S., Sukmono, A., & Amarrohman, F. J. (2020). Analisis Pemanfaatan Satellite Derived Bathymetry Citra Sentinel-2A Dengan Menggunakan Algoritma Lyzenga dan Stumpf (Studi Kasus: Perairan Pelabuhan Malahayati, Provinsi Aceh). *Jurnal Geodesi Undip*, 10(1), 68–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jgundip.2021.29624>
- Akhrianti, I., Sartika, D., & Asriningrum, W. (2019). Integrasi Inderaja dalam Menentukan Batimetri Perairan Sekitar Pulau Kelapan, Kabupaten Bangka Selatan, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Aquatic Science: Jurnal Ilmu Perairan*, 1(2).
- Akiyanova, F. (2019, Juni 20). *Application of the methods of remote sensing of the earth to study the bathymetry of the coastal part of the Astana reservoir (Kazakhstan)*. <https://doi.org/10.5593/sgem2019/2.2/S10.056>
- Al Syahrin, M. N. (2018). Kebijakan Poros Maritim Jokowi dan Sinergitas Strategi Ekonomi dan Keamanan Laut Indonesia. *Indonesian Perspective*, 3(1), 1–17.
- Ali, I. M., Prakoso, L. Y., & Sianturi, D. (2020). Strategi Pertahanan Laut dalam Menghadapi Ancaman Keamanan maritim di Wilayah Laut Indonesia. *Jurnal Strategi Pertahanan Laut*, 6(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/ip.v3i1.20175>



- Ambarwati, W., & Johan, Y. (2016). Sejarah dan Perkembangan Ilmu Pemetaan. *JURNAL ENGGANO*, 1(2), 80–82. <https://doi.org/10.31186/jenggano.1.2.80-82>
- Amelia, G. (2023). *PEMETAAN ASET INFRASTRUKTUR AIR BERSIH PT SARANA CATUR TIRTA KELOLA MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KABUPATEN SERANG* [Sains Informasi Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia]. <http://repository.upi.edu/id/eprint/90782>
- Anida, F., Helmi, M., Kunarso, Wirasatriya, A., Atmodjo, W., & Yusuf, M. (2020). Studi Kedalaman Perairan Dangkal Berdasarkan Pengolahan Data Satelit Multispektral Worldview-2 di Perairan Pulau Parang Kepulauan Karimunjawa, Provinsi Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(4), 370–377. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i4.9310>
- Anselin, L., & Rey, S. J. (2010). *Perspectives on Spatial Data Analysis*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-01976-0>
- Arya, A., Winarso, G., & Santoso, I. (2017). Ekstraksi Kedalaman Laut Menggunakan Data SPOT-7 di Teluk Belangbelang Mamuju. *JURNAL ILMIAH GEOMATIKA*, 22(1), 09. <https://doi.org/10.24895/JIG.2016.22-1.423>
- Badan Informasi Geospasial. (2018). *Geomaritime Indonesia: Kajian Histori, Sumberdaya dan Teknologi Menuju Indonesia Sebagai Poros Maritim Dunia* (F. Ibrahim, Ed.). Badan Informasi Geospasial.
- Baharuddin, Sofia, L. A., & Yulianto. (2011). *Rencana Zonasi Rinci Kawasan Konservasi Perairan Kabupaten Kotabaru*.
- Bayuaji, G. D. A. P., Rijal, S. S., Setiawan, K. T., & Aziz, K. (2022). Deteksi Batimetri Perairan Dangkal di Pulau Menjangan, Provinsi Bali Menggunakan Citra Landsat. *Jambura Geoscience Review*, 4(2), 102–109. <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v4i2.13886>
- Cahalane, C., Magee, A., Monteys, X., Casal, G., Hanafin, J., & Harris, P. (2019). A comparison of Landsat 8, RapidEye and Pleiades products for improving empirical predictions of satellite-derived bathymetry. *Remote Sensing of Environment*, 233, 111414. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111414>
- Casal, G., Monteys, X., Hedley, J., Harris, P., Cahalane, C., & McCarthy, T. (2019). Assessment of empirical algorithms for bathymetry extraction using Sentinel-2 data. *International Journal of Remote Sensing*, 40(8), 2855–2879. <https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1533660>
- Cressie, N. A. C. (1993). *Statistics for Spatial Data*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119115151>
- Cressie, N., & Johannesson, G. (2008). Fixed Rank Kriging for Very Large Spatial Data Sets. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical*

- Methodology*, 70(1), 209–226. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9868.2007.00633.x>
- Devlin, M. J., Barry, J., Mills, D. K., Gowen, R. J., Foden, J., Sivyer, D., & Tett, P. (2008). Relationships between suspended particulate material, light attenuation and Secchi depth in UK marine waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 79(3), 429–439. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.04.024>
- Dierssen, H. M., & Theberge, A. E. (2016). Bathymetry: Seafloor Mapping History. Dalam *Encyclopedia of Natural Resources: Water* (hlm. 644–648). CRC Press. <https://doi.org/10.1081/E-ENRW-120047531>
- ESRI. (2001). *ArcGIS Desktop Help*.
- Gaetan, C., & Guyon, X. (2010). *Spatial Statistics and Modeling*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-92257-7>
- Gao, J. (2009). Bathymetric mapping by means of remote sensing: methods, accuracy and limitations. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 33(1), 103–116. <https://doi.org/10.1177/0309133309105657>
- Garmin. (2024). *Navionics Boating: GPS Coordinate Format*. Garmin Support Center. <https://support.garmin.com/en-US/?faq=51pE8d7ihd83qzD6aNvBH7#:~:text=All%20Navionics%20charts%20are%20built%20using%20a%20datum%20reference%20of%20WGS%2084.>
- Hall, J. K. (2008, Januari 1). *Worldwide High-resolution Bathymetry*. <https://www.hydro-international.com/content/article/worldwide-high-resolution-bathymetry>
- Hedley, J. D., Harborne, A. R., & Mumby, P. J. (2005). Technical note: Simple and robust removal of sun glint for mapping shallow-water benthos. *International Journal of Remote Sensing*, 26(10), 2107–2112. <https://doi.org/10.1080/01431160500034086>
- Hell, B. (2011). *Mapping bathymetry: From measurement to applications*. Department of Geological Sciences, Stockholm University.
- Hidayat, T. (2024). *Analisis Pelagic Habitat Index Ikan Tuna Mata Besar (Thunnus obesus) Menggunakan Data Satelit dan Hidroakustik di Perairan Banggai Kepulauan* [Thesis (S1)]. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Irwanto, D. (2019). Perkiraan Batimetri Perairan Dangkal Menggunakan Citra Landsat 8. Dalam W. A. Nugraha, A. Romadhon, & Insafitri (Ed.), *Prosiding Seminar Nasional Kelautan Dan Perikanan IV* (hlm. 1–12). Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura.

- Jannah, R., Dewi, I. P., & Amri, U. (2019). Analisis Status Mutu Air dan Tingkat Pencemar di Perairan Teluk Tamiang. *MCSIJ: Marine, Coastal, and Small Islands Journal*, 3(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.20527/m.v3i2.11769>
- Jupp, D. L. B. (1988). Background and extensions to depth of penetration (DOP) mapping in shallow coastal waters. *Proceedings of Remote Sensing of the Coastal Zone International Symposium, Gold Coast, Australia*, IV.2.1-IV.2.19.
- Kanno, A., & Tanaka, Y. (2012). Modified Lyzenga's Method for Estimating Generalized Coefficients of Satellite-Based Predictor of Shallow Water Depth. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 9(4), 715–719. <https://doi.org/10.1109/LGRS.2011.2179517>
- Lyzenga, D. R. (1978). Passive remote sensing techniques for mapping water depth and bottom features. *Applied Optics*, 17(3), 379. <https://doi.org/10.1364/AO.17.000379>
- Maestro, D. A., Helmi, M., & Atmodjo, W. (2023). Analisis Perairan Dangkal Berdasarkan Pengolahan Digital Citra Satelit Sentinel-2B Di Perairan Pulau Karimunjawa, Kepulauan Karimunjawa Provinsi Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(4), 01–10. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i4.15673>
- Mahyudin, I. S., & Trimajon. (2014). *Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (ZST) (Studi Kasus : Sub DAS Siak Hulu)* [Universitas Riau]. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:61000225>
- Mavraeidopoulos, A. K., Pallikaris, A., & Oikonomou, E. (2017). Satellite Derived Bathymetry (SDB) and Safety of Navigation. *The International Hydrographic Review*, 17.
- Montereale-Gavazzi, G., Roche, M., Lurton, X., Degrendele, K., Tersleer, N., & Van Lancker, V. (2018). Seafloor change detection using multibeam echosounder backscatter: case study on the Belgian part of the North Sea. *Marine Geophysical Research*, 39(1–2), 229–247. <https://doi.org/10.1007/s11001-017-9323-6>
- Mumby, P. J., Skirving, W., Strong, A. E., Hardy, J. T., LeDrew, E. F., Hochberg, E. J., Stumpf, R. P., & David, L. T. (2004). Remote sensing of coral reefs and their physical environment. *Marine Pollution Bulletin*, 48(3–4), 219–228. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.10.031>
- Munawaroh, Wicaksono, P., & Rudiastuti, A. (2023). Pemetaan Cepat Batimetri Perairan Dangkal Menggunakan Citra Sentinel-2 dan Google Earth Engine di Perairan Tanjung Kelayang - Pulau Belitung. *Majalah Geografi Indonesia*, 37(2), 168–185. <https://doi.org/10.22146/mgi.70636>

- Nugraha, A. Y., Prayudha, B., Ibrahim, A. L., & Riyadi, N. (2022). Pemetaan Batimetri di Perairan Dangkal menggunakan Data Penginderaan Jauh Spot-7 (Studi Kasus Lembar-Lombok). *Jurnal Chart Datum*, 3(2), 61–80.  
<https://doi.org/10.37875/chartdatum.v3i2.120>
- Nurkhayati, R., & Khakhim, N. (2013). Pemetaan Batimetri Perairan Dangkal Menggunakan Citra Quickbird di Perairan Taman Nasional Karimun Jawa, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*, 2(2).
- Pambuko, D. M., Jondri, J., & Umbara, R. F. (2013). Identifikasi Kedalaman Laut (Bathymetry) berdasarkan Warna Permukaan Laut pada Citra Satelit menggunakan Metode ANFIS. *Jurnal Matematika Integratif*, 9(2), 167.  
<https://doi.org/10.24198/jmi.v9.n2.10193.167-178>
- Poerbandono, & Djunarsjah, E. (2005). *Survei Hidrografi* (Vol. 166). Refika Aditama.
- Pratiwi, M. D., Baharuddin, & Hamdani. (2020). Analisis Tekstur dan Pola Distribusi Sedimen di Perairan Teluk Tamiang Kabupaten Kotabaru. *MCSIJ: Marine, Coastal and Small Islands Journal*, 4(1).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.20527/m.v4i1.11778>
- Prayogo, L. M., & Basith, A. (2020). Uji Performa Citra Worldview 3 dan Sentinel 2A untuk Pemetaan Kedalaman Laut Dangkal (Studi Kasus di Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah). *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 3(2), 161.  
<https://doi.org/10.22146/jgise.59572>
- Purwanto, R., Rexano, L., & Amarona, M. Q. (2018). Studi Kartografi untuk Pengolahan Data Bathymetric ENC (Studi Kasus Alur Pelabuhan Bakauheni, Lampung). *Jurnal Hidropilar*, 4(1).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.37875/hidropilar.v4i1.95>
- Puryono, S., Anggoro, S., Suryanti, & Anwar, I. S. (2019). *Pengelolaan Pesisir dan Laut Berbasis Ekosistem* (C. Wahyu S, Ed.; 1 ed.). Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang.
- Qolbiyatun Nisa, S., Karang, I. W. G. A., Putra, I. D. N. N., Setiawan, K. T., & Aziz, K. (2023). Perbandingan Akurasi Metode Empiris untuk Pemetaan Batimetri Perairan Benoa, Bali, Menggunakan Citra Satelit SPOT. *Journal of Marine Research and Technology*, 6(1), 60.  
<https://doi.org/10.24843/JMRT.2023.v06.i01.p09>
- Raguso, J. N. (2020, Agustus 27). *Navionics Sonarchart Shading*. The Fisherman.  
<https://www.thefisherman.com/article/product-spotlight-navionics-sonarchart-shading/>

- Safi'i, A. N., & Dewi, R. S. (2020). Uji Akurasi Metode Berbasis Citra Satelit untuk Ekstraksi Data Batimetri. *TEKNIK*, 41(2), 142–151. <https://doi.org/10.14710/teknik.v0i0.29516>
- Salim, D., Nursalam, Ghalib, A. M., Zikirramadlan, A., Safitri, J. I., Akmalia, A., & Putra, A. (2021). Pemetaan Sebaran Terumbu Karang dan Penentuan Titik Lokasi Penyelaman Yang Menarik di Perairan Desa Teluk Tamiang Kabupaten Kotabaru. *Aquana: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 2(1), 103–107. <https://doi.org/https://doi.org/10.20527/aquana.v2i1.25>
- Sesama, A. S. (2021). *Penilaian Akurasi Algoritma Satellite-Derived Bathymetry Data Citra Planetoscope*. Universitas Brawijaya.
- Setyadi, B. (2005). Model-Model Variogram. Dalam *Statistik Spasial*. Institut Teknologi Bandung.
- Sirajudin, H., & Putri, N. S. (2022). Kontrol Kedalaman Sebagai Parameter Sifat Fisik dan Kimia Perairan Pantai di Pulau Dutungan Kecamatan Mallusetasi Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan. *Riset Sains dan Teknologi Kelautan*, 112–119. <https://doi.org/10.62012/sensistek.v5i2.24239>
- Siregar, V. P., Sangadji, M. S., Agus, S. B., Sunuddin, A., Pasaribu, R. A., & Kurniawati, E. (2020). Klasifikasi Habitat Perairan Dangkal Dari Citra Multispasial di Perairan Pulau Kapota dan Pulau Kompoone, Kepulauan Wakatobi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(3), 791–803. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i3.32013>
- Snellen, M., Siemes, K., & Simons, D. G. (2011). Model-based sediment classification using single-beam echosounder signals. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129(5), 2878–2888. <https://doi.org/10.1121/1.3569718>
- Sofia, L. A., & Baharuddin. (2020). Pengelolaan Pulau-Pulau Kecil: Potensi Pengembangan Ekowisata Pulau Laut Kepulauan. *Pattimura Proceeding: Conference of Science and Technology*, 280–289. <https://doi.org/https://doi.org/10.30598/PattimuraSci.2020.SNPK19.280-289>
- Somantri, L. (2022). *Metode Penelitian Sains Informasi Geografi* (N. Putri, Ed.; 1 ed.). CV. Jendela Hasanah.
- Stumpf, R. P., Holderied, K., & Sinclair, M. (2003). Determination of water depth with high-resolution satellite imagery over variable bottom types. *Limnology and Oceanography*, 48(1part2), 547–556. [https://doi.org/10.4319/lo.2003.48.1\\_part\\_2.0547](https://doi.org/10.4319/lo.2003.48.1_part_2.0547)
- Syaefudin. (2006). STUDI GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN RENCANA PEMBUATAN JEMBATAN LINTAS SELAT P. LAUT KABUPATEN KOTABARU KALIMANTAN SELATAN. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 8(2), 62–68.

- Tatalovich, Z. (2005). *A Comparisson of Thiessen Polygon, Kriging and Spline Models of UV Exposure*. UCGIS Organization.  
<https://www.ucgis.org/summer2005/studentpapers/tatalovich.pdf>
- Traganos, D., Poursanidis, D., Aggarwal, B., Chrysoulakis, N., & Reinartz, P. (2018). Estimating Satellite-Derived Bathymetry (SDB) with the Google Earth Engine and Sentinel-2. *Remote Sensing*, *10*(6), 859.  
<https://doi.org/10.3390/rs10060859>
- Zhang, M., Tian, P., Zeng, H., Wang, L., Liang, J., Cao, X., & Zhang, L. (2021). A Comparison of Wintertime Atmospheric Boundary Layer Heights Determined by Tethered Balloon Soundings and Lidar at the Site of SACOL. *Remote Sensing*, *13*(9), 1781. <https://doi.org/10.3390/rs13091781>
- Zuriah, N. (2009). *Metodologi Penelitian Sosial dan Pendidikan* (3 ed.). Bumi Aksara.