



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGGUNAAN CITRA LANDSAT-8 DAN SENTINEL-2 DALAM
MENGESTIMASI KEDALAMAN PERAIRAN DI WILAYAH
PESISIR (STUDI KASUS: PULAU KABETAN, PROVINSI
SULAWESI TENGAH)**

TUGAS AKHIR

Z Aidan Dzulfathi Sasongko

21110118140046

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
JANUARI 2023**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGUNAAN CITRA LANDSAT-8 DAN SENTINEL-2 DALAM
MENGESTIMASI KEDALAMAN PERAIRAN DI WILAYAH
PESISIR (STUDI KASUS: PULAU KABETAN, PROVINSI
SULAWESI TENGAH)**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata – 1)

Z Aidan Dzulfathi Sasongko

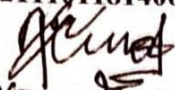
21110118140046

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
JANUARI 2023**

HALAMAN PERNYATAAN

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Z Aidan Dzulfathi Sasongko
NIM : 21110118140046
Tanda Tangan : 
Tanggal : 26 Desember 2022



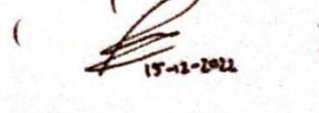
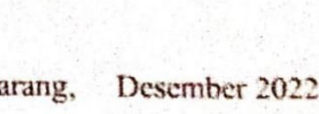
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : ZADAN DZULFATHI SASONGKO
NIM : 21110118140046
PROGRAM STUDI : TEKNIK GEODESI
Judul Skripsi :

**PENGGUNAAN CITRA LANDSAT-8 DAN SENTINEL-2 DALAM
MENGESTIMASI KEDALAMAN PERAIRAN DI WILAYAH PESISIR
(STUDI KASUS: PULAU KABETAN, PROVINSI SULAWESI
TENGAH)**

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian
persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/ S1 pada
Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.**

TIM PENGUJI

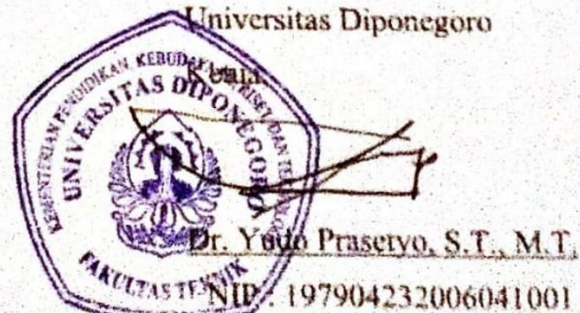
Pembimbing 1 : Bandi Sasmito, S.T., M.T. ()
Pembimbing 2 : M. Adnan Yusuf, S.T., M.Eng ()
Penguji 1 : Dr. LM Sabri, S.T., M.T. ()
Penguji 2 : Reyhan Azeriansyah, S.T., M.Eng ()

Semarang, Desember 2022

Departemen Teknik Geodesi

Fakultas Teknik

Universitas Diponegoro



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ZAIDAN DZULFATHI SASONGKO
NIM : 21110118140046
Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Noneeksklusif Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PENGGUNAAN CITRA LANDSAT-8 DAN SENTINEL-2 DALAM MENGESTIMASI KEDALAMAN PERAIRAN DI WILAYAH PESISIR (STUDI KASUS: PULAU KABETAN, PROVINSI SULAWESI TENGAH)

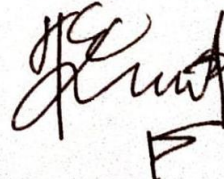
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 26 Desember 2022

Yang menyatakan



(Zaidan Dzulfathi Sasongko)

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam karena berkat kebaikan dan kemurahan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Penggunaan Citra Landsat-8 dan Sentinel-2 Dalam Mengestimasi Kedalaman Perairan Di Wilayah Pesisir (Studi Kasus: Pulau Kabetan, Provinsi Sulawesi Tengah) ini. Tugas Akhir ini tentu akan sulit terlaksana tanpa bantuan banyak pihak yang tak mungkin penulis sebutkan satu persatu, namun dengan segala rasa hormat, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Bandi Sasmito, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak M. Adnan Yusuf, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. LM Sabri, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan pengarahan serta saran untuk kebaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Reyhan Azeriansyah, S.T., M.Eng, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan pengarahan serta saran untuk kebaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Kolonel Laut Anom Puji Hascaryo, S.T., selaku Kepala Dinas Hidrografi Pushidrosal TNI AL yang telah memberikan izin penulis untuk melakukan penelitian di Dinas Hidrografi.
7. Kedua orang tua dan adik-adik penulis yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis untuk bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh dosen dan pegawai di lingkungan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
9. Seluruh pegawai di Pushidrosal TNI AL khususnya di Dinas Hidrografi yang telah memberikan ilmu, dukungan, dan masukan.
10. Teman-teman Teknik Geodesi Universitas Diponegoro angkatan 2018 yang telah memberikan kesan dan membersamai selama masa perkuliahan.
11. Teman-teman Litbang HM Teknik Geodesi 2019, Adit dan Afifah serta adik-adik Litbang angkatan 2019 yang membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama berorganisasi di Litbang HM Teknik Geodesi.
12. Teman-teman Richoco SMAN 78 Jakarta.

13. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga penelitian ini bisa menjadi pembelajaran bagi penulis khususnya dan umumnya dapat memberikan sedikit manfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya keilmuan di bidang Teknik Geodesi.

Semarang, Desember 2022

Zaidan Dzulfathi Sasongko

HALAMAN PERSEMBAHAN

وَلَا تَهِنُوا وَلَا تَحْزَنُوا وَأَنْتُمْ الْأَعْلَوْنَ إِنْ كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ

Artinya:

Janganlah kamu bersikap lemah, dan janganlah (pula) kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi (derajatnya) jika kamu orang-orang beriman. (QS Ali-Imran:139)

ABSTRAK

Wilayah pesisir merupakan tempat yang kaya akan sumber daya. Karena itu perlunya pengelolaan pesisir yang baik dan berkelanjutan. Peta batimetri merupakan salah satu informasi yang dibutuhkan dalam pengelolaan wilayah pesisir. Umumnya, metode untuk mendapatkan data batimetri adalah *echosounder*, *LiDAR bathymetry*, dan penginderaan jauh. Karakteristik pesisir yang dinamis menjadi alasan pemilihan metode *satellite derived bathymetry* (SDB) berdasarkan penginderaan jauh untuk mendapatkan informasi kedalaman. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi kedalaman dan rentang kedalaman optimal menggunakan metode SDB. Data *singlebeam echosounder* digunakan sebagai data kalibrasi dan validasi untuk metode SDB. Enam variasi yang terdiri dari penggunaan dua algoritma, dua citra satelit, dan dua kombinasi kanal di uji coba untuk menghasilkan kedalaman terbaik. Pada penelitian ini, semua variasi dapat mengestimasi kedalaman hingga kedalaman 20 m pada perairan pesisir Pulau Kabetan. Namun, variasi Lyzenga S2 B2-3 memiliki kemampuan mengestimasi kedalaman yang lebih baik daripada variasi lain dengan menghasilkan nilai RMSE sebesar 2,202 dan MAE sebesar 1,757.

Kata Kunci: Algoritma Lyzenga, Algoritma Stumpf, Kawasan Pesisir, Pulau Kabetan, *Satellite Derived Bathymetry*.

ABSTRACT

The coastal area is a place that is rich in resources. Therefore, good and sustainable coastal management is needed. Bathymetry maps is one of the information needed in the management of the coastal area. The common methods for obtaining bathymetry are echosounder, LiDAR bathymetry, and remote sensing. Dynamic coastal characteristics are the reason for choosing the satellite-derived bathymetry (SDB) method based on remote sensing to obtain depth information. This study aims to obtain depth information and optimal depth range using SDB. Singlebeam echosounder data is used as calibration and validation data for SDB. Six variations consisting of the use of two algorithms, two satellite images, and two combination of channels satellite imagery were tested to produce the best depth. In this study, all variations can estimate the depth of up to 20 m in the coastal area of Kabetan Island. However, the Lyzenga S2 B2-3 variation has a better ability to estimate depth than others by producing the RMSE value of 2.202 and the MAE value of 1.757.

Keywords: *Coastal Area, Kabetan Island, Lyzenga Algorithm, Satellite Derived Bathymetry, Stumpf Algorithm.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
I.3.1 Tujuan	2
I.3.2 Manfaat	3
I.4 Batasan Masalah	3
I.5 Metodologi Penelitian	3
I.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	6
I.7 Sistematika Kerangka Berpikir	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
II.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu	8
II.2 Kajian Wilayah Penelitian	11
II.3 Survei Batimetri	12
II.4 Penginderaan Jauh	13
II.4.1 Resolusi Citra Penginderaan Jauh	14
II.4.2 Koreksi Radiometrik	15
II.4.3 <i>Normalized Difference Water Index</i> (NDWI)	18
II.5 Satellite Derived Bathymetry	18
II.5.1 Algoritma Stumpf.....	19
II.5.2 Algoritma Lyzenga.....	20

II.5.3	Kolom Air	21
II.6	Model Regresi	22
II.6.1	Regresi Linear Sederhana	22
II.6.2	Regresi Linear Berganda	22
II.7	Landsat-8.....	23
II.8	Sentinel-2	24
II.9	Koefisien Determinasi (R^2).....	25
II.10	Uji Ketelitian Data	26
BAB III	Metodologi Penelitian	27
III.1	Alat dan Data Penelitian	27
III.1.1	Alat.....	27
III.1.2	Data	28
III.2	Lokasi Penelitian.....	28
III.3	Diagram Alir Penelitian	29
III.4	Tahap Persiapan	30
III.4.1	Studi Literatur dan Pembuatan Proposal.....	30
III.4.2	Pengumpulan Data	30
III.5	Tahap Prapengolahan.....	33
III.5.1	Pemilihan Data Model dan Data Uji Akurasi	33
III.5.2	Kalibrasi Radiometrik	35
III.5.3	Koreksi Atmosferik.....	35
III.5.4	Koreksi <i>Sunlint</i>	39
III.5.5	<i>Masking</i> Citra.....	40
III.5.6	Filter Spasial.....	42
III.6	Tahap Pengolahan Citra	43
III.6.1	Perhitungan Algoritma Kedalaman.....	43
III.6.2	<i>Depth of Extinction</i>	49
III.6.3	<i>Vertical Referencing</i>	54
III.7	Tahap Akhir	56
III.7.1	Validasi Data	57
III.7.2	Analisis Hasil	59
III.7.3	Pembuatan Peta Batimetri	60
III.7.4	Kesimpulan	60
BAB IV	Hasil dan Pembahasan.....	61

IV.1 Hasil dan Analisis Tahap Prapengolahan.....	61
IV.1.1 Koreksi Atmosferik.....	61
IV.1.2 <i>Masking</i> Area Daratan.....	62
IV.1.3 Filter Spasial.....	64
IV.2 Hasil dan Analisis Kedalaman SDB	66
IV.2.1 Peta Batimetri.....	66
IV.2.2 Penampang Melintang.....	69
IV.3 Validasi dan Akurasi Kedalaman Estimasi SDB	70
IV.3.1 Hubungan Antara SDB dengan Data In-situ	70
IV.3.2 Nilai RMSE dan MAE	72
BAB V Kesimpulan dan Saran.....	77
V.1 Kesimpulan	77
V.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA.....	xvii
LAMPIRAN 1	xxi
LAMPIRAN 2	xxiv
LAMPIRAN 3	liii

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Metodologi Penelitian	4
Gambar I-2 Sistematika Kerangka Berfikir	7
Gambar II-1 Peta Wilayah Penelitian	11
Gambar II-2 Perbedaan Metode Pada Pengambilan Data Batimetri	12
Gambar II-3 Sistem Penginderaan Jauh	13
Gambar II-4 Resolusi Spasial Pada Beberapa Citra	14
Gambar II-5 Resolusi Spektral	15
Gambar II-6 Pengaruh Atmosfer Terhadap Akurasi Citra	17
Gambar II-7 Penggambaran Mendapatkan Nilai Kedalaman Dengan SDB	19
Gambar II-8 Lima Zona Kolom Air	21
Gambar III-1 Peta Wilayah Studi	28
Gambar III-2 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir	29
Gambar III-3 Mengatur Tingkat Kecerahan Citra	31
Gambar III-4 Perbandingan Kondisi Citra	31
Gambar III-5 Stasiun Pasang Surut Teluk Tolitoli	32
Gambar III-6 Memasukkan Waktu Perekaman Citra	32
Gambar III-7 Mendapatkan Data Pasang Surut	32
Gambar III-8 Memasukkan Data <i>Singlebeam Echosounder</i>	34
Gambar III-9 Jendela <i>Random Selection</i>	34
Gambar III-10 Data Model dan Data Uji	34
Gambar III-11 Pengaturan Parameter Koreksi Atmosferik	35
Gambar III-12 Pengaturan Pada File Config	36
Gambar III-13 Mengaktifkan Koreksi <i>Sunlint</i>	36
Gambar III-14 Membuka Aplikasi ACOLITE	37
Gambar III-15 Tampilan ACOLITE	37
Gambar III-16 Memasukkan Koordinat Posisi Daerah Penelitian	38
Gambar III-17 <i>Command Shell</i> ACOLITE	38
Gambar III-18 Hasil Koreksi Atmosferik dan <i>Sunlint</i>	39
Gambar III-19 Memisahkan Daratan dengan Lautan	40
Gambar III-20 Hasil Pemisahan Perairan dan Daratan	41
Gambar III-21 Menerapkan <i>Mask</i> Perairan dan Daratan pada Kanal Biru	41
Gambar III-22 Hasil Masking Citra pada Kanal Biru	41

Gambar III-23 Melakukan Filter Spasial Pada Citra.....	42
Gambar III-24 Tampilan Citra Sebelum dan Sesudah Digunakan Filter Spasial.....	42
Gambar III-25 Menghitung Nilai Rasio Antardua Kanal.....	44
Gambar III-26 Hasil Perhitungan Rasio Antardua kanal	44
Gambar III-27 Mengekstrak Nilai Piksel Raster ke dalam Poin.....	44
Gambar III-28 Menyimpan Data ke dalam Format Excel.....	45
Gambar III-29 Membuat Citra <i>True Color</i>	45
Gambar III-30 Mengatur Simbologi Citra	46
Gambar III-31 Menampilkan Pengaruh Atmosfer Pada Citra.....	46
Gambar III-32 Pemilihan <i>Input Layer</i> dan <i>Mask Layer</i>	47
Gambar III-33 Daerah Laut Dalam Setiap Kanal.....	47
Gambar III-34 Membuka <i>Raster Layer Statistics</i>	47
Gambar III-35 Nilai Statistik Laut Dalam Kanal Biru.....	48
Gambar III-36 Menghitung Nilai Transformasi Lyzenga	48
Gambar III-37 Hasil Perhitungan Transformasi Lyzenga Kanal Biru	48
Gambar III-38 Memilih Data Unik	50
Gambar III-39 Pembuatan Diagram Pencar	50
Gambar III-40 Menampilkan Persamaan Regresi Linear	51
Gambar III-41 Menentukan Data Kedalaman Unik pada Hasil Lyzenga.....	51
Gambar III-42 Menghitung Nilai Piksel Rata-Rata Setiap Kanal.....	52
Gambar III-43 Jendela <i>Data Analysis</i>	52
Gambar III-44 Menghitung Regresi Linear Berganda pada Excel.....	53
Gambar III-45 Hasil dari Perhitungan Regresi Linear Berganda.....	53
Gambar III-46 Mendapatkan Nilai Kedalaman Absolut	55
Gambar III-47 Hasil Kedalaman Absolut dengan Algoritma Stumpf.....	55
Gambar III-48 Memasukkan Persamaan Lyzenga	56
Gambar III-49 Hasil Kedalaman Absolut Dengan Algoritma Lyzenga.....	56
Gambar III-50 Data Uji Akurasi	57
Gambar III-51 Ekstrak Nilai Kedalaman Absolut.....	58
Gambar III-52 Menghitung Nilai RMSE dan MAE Variasi Stumpf S2	58
Gambar III-53 Membuat Diagram Pencar	59
Gambar IV-1 Penampang Melintang Yang Digunakan.....	61
Gambar IV-2 Grafik Perbandingan Nilai Reflektan Citra Saat Koreksi Atmosferik dan Tidak.....	62

Gambar IV-3 <i>Shapefile</i> Pulau Kabetan Hasil NDWI dan Peta RBI.....	63
Gambar IV-4 Selisih Luas Pulau Kabetan Antara NDWI dengan Peta RBI.....	64
Gambar IV-5 Perbandingan Antara Citra Menggunakan Filter Spasial dan Tidak.....	65
Gambar IV-6 Perbandingan Nilai Reflektan Citra Saat Menggunakan Filter Spasial dan Tidak.....	65
Gambar IV-7 Hasil Estimasi SDB Berbagai Variasi	68
Gambar IV-8 Penampang Melintang Setiap Variasi SDB.....	69
Gambar IV-9 Diagram Pencar Metode SDB Dibanding Data In-situ	71
Gambar IV-10 Nilai RMSE dan MAE Berdasarkan Rentang Kedalaman.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel I-1 Variasi Algoritma SDB Pada Penelitian	5
Tabel II-1 Penelitian Terdahulu.....	8
Tabel II-2 Kanal Pada Landsat-8.....	23
Tabel II-3 Kanal Pada Sentinel-2	24
Tabel III-1 Alat Penelitian.....	27
Tabel III-2 Data Penelitian.....	28
Tabel III-3 Nilai Pasang Surut	33
Tabel III-4 Koefisien Regresi Linear Berganda.....	53
Tabel III-5 Persamaan Model Setiap Variasi	54
Tabel III-6 Hasil Perhitungan RMSE dan MAE Variasi Stumpf S2	59
Tabel IV-1 Luasan Daratan Dan Selisih Luasan Dengan Peta RBI	64
Tabel IV-2 Akurasi Kedalaman Metode SDB	72

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Wilayah pesisir merupakan daerah yang sangat dinamis dan dipengaruhi oleh perubahan di darat maupun di laut (Pemerintah Republik Indonesia, 2007). Wilayah Pesisir menjadi tempat yang sangat penting bagi setiap makhluk hidup yang berada di dalamnya. Sumber daya pesisir meliputi ikan, terumbu karang, padang lamun, pasir, mineral dasar laut, dan sebagainya merupakan suatu anugerah yang dapat dimanfaatkan oleh manusia. Pemanfaatan sumber daya yang ada di pesisir harus diikuti dengan menjaga keseimbangan lingkungan di wilayah tersebut. Untuk itu, Indonesia yang merupakan negara maritim telah mengatur pengelolaan wilayah pesisir dengan dibentuknya berbagai produk hukum salah satunya adalah UU No. 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau - Pulau Kecil.

Pengelolaan Wilayah pesisir membutuhkan informasi yang dapat menunjang keberhasilannya. Informasi spasial yang menggambarkan kondisi dasar laut seperti peta batimetri sangat dibutuhkan untuk manajemen dan perencanaan pembangunan wilayah pesisir (Jaelani dan Putri, 2019). Peta batimetri ketelitian tinggi, umumnya dihasilkan dengan teknik pengambilan data menggunakan *singlebeam* dan *multibeam echosounder*. Namun, teknik tersebut membutuhkan biaya yang besar, waktu yang lama untuk cakupan area yang besar serta terbatas untuk daerah yang memiliki kedalaman dangkal.

Penggunaan teknik alternatif lainnya seperti penggunaan *airborne lidar bathymetry* juga dapat digunakan untuk menghasilkan data batimetri (Christy dan Istarno, 2019). Penggunaan LiDAR membutuhkan biaya yang relatif mahal dan tidak cocok untuk pekerjaan kecil serta membutuhkan izin terbang kepada pihak terkait yang dapat mempersulit pekerjaan yang akan direncanakan (Randazzo dkk., 2020). Metode penginderaan jauh merupakan sebuah solusi untuk menjawab permasalahan tersebut. Penggunaan citra sensor pasif untuk mendapatkan data batimetri merupakan metode yang efektif dikarenakan memberikan informasi area yang luas, cepat, dan biaya yang relatif murah. Metode tersebut dikenal dengan *satellite derived bathymetry* (SDB). Data batimetri yang didapatkan menerapkan prinsip bahwa setiap panjang gelombang memiliki kemampuan penetrasi cahaya pada kolom air yang berbeda merupakan fungsi

dari sifat-sifat air laut, konsep tersebut pertama kali diusulkan pada tahun 1970-an (Lyzenga, 1978).

Penggunaan metode *satellite derived bathymetry* dengan menggunakan pendekatan empiris telah banyak dilakukan. Penggunaan citra satelit resolusi menengah dengan penggunaan dua algoritma berbeda telah dilakukan dengan menghasilkan akurasi estimasi kedalaman yang baik (Bobsaid dan Jaelani, 2017). Perbandingan antara algoritma Lyzenga dan Stumpf yang diterapkan pada citra satelit Sentinel-2 dan menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,882 untuk algoritma Stumpf (Aji dkk., 2021). Analisis nilai kekeruhan air dilakukan untuk mengetahui akurasi kedalaman dari *satellite derived bathymetry* dan menghasilkan RMSE yang lebih baik apabila menambahkan variabel kekeruhan air (Ramadhan dkk., 2021). Penelitian lainnya berusaha meningkatkan akurasi kedalaman yang dihasilkan dari metode *satellite derived bathymetry* dengan menguji coba berbagai variabel seperti kombinasi kanal pada citra, penggunaan citra satelit resolusi tinggi, algoritma kedalaman, metode regresi dan sebagainya (Cahalane dkk., 2019).

Penelitian ini menggunakan citra satelit resolusi menengah Landsat-8 dan Sentinel-2 yang bisa didapatkan secara gratis melalui laman penyedia masing-masing. Algoritma kedalaman yang digunakan adalah algoritma Stumpf dan Lyzenga, kedua algoritma digunakan untuk mendapatkan nilai estimasi kedalaman pada setiap piksel citra satelit. Kombinasi kanal pada citra dilakukan pada kedua algoritma untuk mendapatkan hasil terbaik. Pengujian akurasi model dilakukan dengan menghitung nilai RMSE dan MAE.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana analisis kedalaman perairan pesisir Pulau Kabetan yang dihasilkan dari data citra satelit Landsat-8 dan Sentinel-2?
2. Bagaimana analisis akurasi kedalaman perairan pesisir Pulau Kabetan yang dihasilkan dengan metode *satellite derived bathymetry* dibandingkan dengan kedalaman in-situ hasil pemeruman *echosounder*?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

I.3.1 Tujuan

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Memperoleh peta batimetri dari penggunaan metode *satellite derived bathymetry* di wilayah perairan pesisir Pulau Kabetan.

2. Mendapatkan rentang kedalaman minimum dan maksimum yang dapat dihasilkan menggunakan metode *satellite derived bathymetry* di wilayah perairan pesisir Pulau Kabetan.

I.3.2 Manfaat

Adapun manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui optimalisasi ketelitian nilai kedalaman dari metode *satellite derived bathymetry* dibandingkan dengan data kedalaman in-situ menggunakan *echosounder*.
2. Mengetahui variasi model terbaik untuk estimasi kedalaman menggunakan metode *satellite derived bathymetry* di wilayah perairan pesisir Pulau Kabetan.

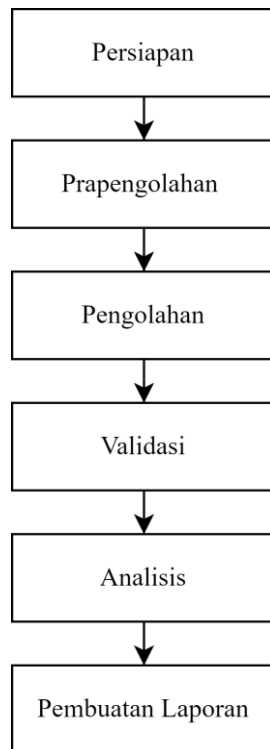
I.4 Batasan Masalah

Batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Citra yang digunakan untuk mengekstraksi kedalaman adalah citra Landsat-8 dan Sentinel-2 yang memiliki waktu perekaman relatif dekat dengan pengambilan data batimetri dan maksimal tutupan awan 10% secara menyeluruh.
2. Pada penelitian ini faktor kekeruhan air diabaikan.
3. Koreksi atmosferik yang digunakan adalah *Dark Spectrum Fitting* (DSF).
4. Algoritma yang digunakan adalah algoritma Stumpf dan Lyzenga.
5. Pemisahan antara daerah daratan dan lautan menggunakan algoritma *Normalized Difference Water Index* (NDWI).
6. Kanal yang digunakan untuk ekstraksi kedalaman adalah biru, hijau, dan merah.
7. Data kedalaman yang digunakan untuk kalibrasi dan validasi didapatkan dari pengukuran menggunakan *singlebeam echosounder*.
8. Pada pengujian akurasi model menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Error* (MAE).

I.5 Metodologi Penelitian

Secara umum penelitian ini dijelaskan melalui diagram alir pada **Gambar I-1** serta uraiannya.



Gambar I-1 Metodologi Penelitian

a. Tahap Persiapan

Tahap persiapan terdiri dari studi literatur dan pengumpulan data. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan bacaan yang berhubungan dengan topik penelitian. Bacaan tersebut bersumber dari jurnal lokal maupun internasional dan internet kemudian dibuat rangkuman terhadap bacaan tersebut. Data yang digunakan pada penelitian didapatkan secara gratis melalui situs web penyedia data citra seperti Landsat-8 yang dapat diunduh melalui <https://earthexplorer.usgs.gov/> dan Sentinel-2 yang dapat diunduh melalui <https://finder.creodias.eu/> sedangkan untuk data pengukuran batimetri didapatkan dari kegiatan survei hidrografi Pusat Hidro-Oseanografi TNI AL (PUSHIDROSAL) menggunakan *singlebeam echosounder* di Kabupaten Tolitoli tahun 2020. Data citra satelit yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini memiliki kriteria tertentu seperti waktu perekaman relatif tidak jauh dengan pengambilan data batimetri dan tutupan awan bernilai diantara 0-10%. Data pasang surut didapatkan dari aplikasi Admiralty Total Tide.

b. Tahap Prapengolahan

Tahap prapengolahan dilakukan untuk mendapatkan kondisi citra yang baik dan membagi data in-situ menjadi data kalibrasi (untuk pembuatan model) dan validasi (untuk menguji hasil model). Tahap prapengolahan citra meliputi kalibrasi

radiometrik, koreksi atmosferik, koreksi *sunlint*, *masking* citra, dan penerapan filter spasial.

c. Tahap Pengolahan

Citra satelit yang telah dilakukan berbagai koreksi dan perlakuan lain pada tahap prapengolahan dilanjutkan ke tahap pengolahan untuk menghasilkan hasil akhir berupa kedalaman absolut dari metode *satellite derived bathymetry* (SDB). Pengolahan yang dilakukan meliputi penerapan algoritma Stumpf dan algoritma Lyzenga dimana terdapat variasi yang digunakan seperti pada **Tabel I-1**, *Depth of Extinction* atau menghubungkan nilai kedalaman estimasi dari penerapan algoritma yang menghasilkan nilai reflektansi citra dengan data pengukuran batimetri, dan *Vertical Referencing* atau mendapatkan kedalaman absolut dari model yang sudah terbentuk sebelumnya. Kedalaman absolut yang telah didapatkan kemudian dilakukan pengurangan dengan data pasang surut yang dijadikan acuan kedalaman (*chart datum*).

Tabel I-1 Variasi Algoritma SDB Pada Penelitian

Variasi	Citra Satelit	Algoritma	Kanal Yang Digunakan	Model Regresi
Stumpf L8 B2-3	Landsat-8	Stumpf dkk. (2003)	Biru dan Hijau	Linear
Stumpf S2 B2-3	Sentinel-2	Stumpf dkk. (2003)	Biru dan Hijau	Linear
Lyzenga L8 B2-3	Landsat-8	Lyzenga (1978)	Biru dan Hijau	Linear Berganda
Lyzenga S2 B2-3	Sentinel-2	Lyzenga (1978)	Biru dan Hijau	Linear Berganda
Lyzenga L8 B3-4	Landsat-8	Lyzenga (1978)	Hijau dan Merah	Linear Berganda
Lyzenga S2 B3-4	Sentinel-2	Lyzenga (1978)	Hijau dan Merah	Linear Berganda

d. Tahap Validasi

Tahap validasi adalah melakukan uji akurasi terhadap kedalaman absolut hasil metode *satellite derived bathymetry* (SDB). Ketelitian dari kedalaman absolut

hasil metode *satellite derived bathymetry* (SDB) terlihat dari nilai RMSE dan MAE yang didapatkan.

e. Tahap Analisis

Tahap analisis terdiri dari analisis kedalaman dan analisis akurasi. Data kedalaman yang didapatkan dianalisis secara statistik maupun deskriptif dengan mengacu pada aturan yang berlaku. Selanjutnya, dibuat kesimpulan untuk menjawab hipotesis yang diajukan.

f. Pembuatan Laporan

Proses penyusunan laporan dilakukan setelah proses analisis selesai dan disusun sesuai dengan sistematika penulisan Tugas Akhir.

I.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas dan terarah serta lebih memudahkan untuk menangkap keseluruhan komponen yang tertulis pada penelitian ini. Adapun sistematika penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan menjelaskan terkait latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan tugas akhir, dan sistematika kerangka berfikir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas mengenai penelitian terdahulu dan sumber pustaka yang berhubungan dengan penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas mengenai tahapan penelitian yang dilakukan seperti tahap persiapan, prapengolahan, pengolahan citra, validasi model, analisis, dan penyajian data atau hasil. Selain itu, alat dan data penelitian, lokasi penelitian, dan diagram alir penelitian masuk ke dalam bab ini.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

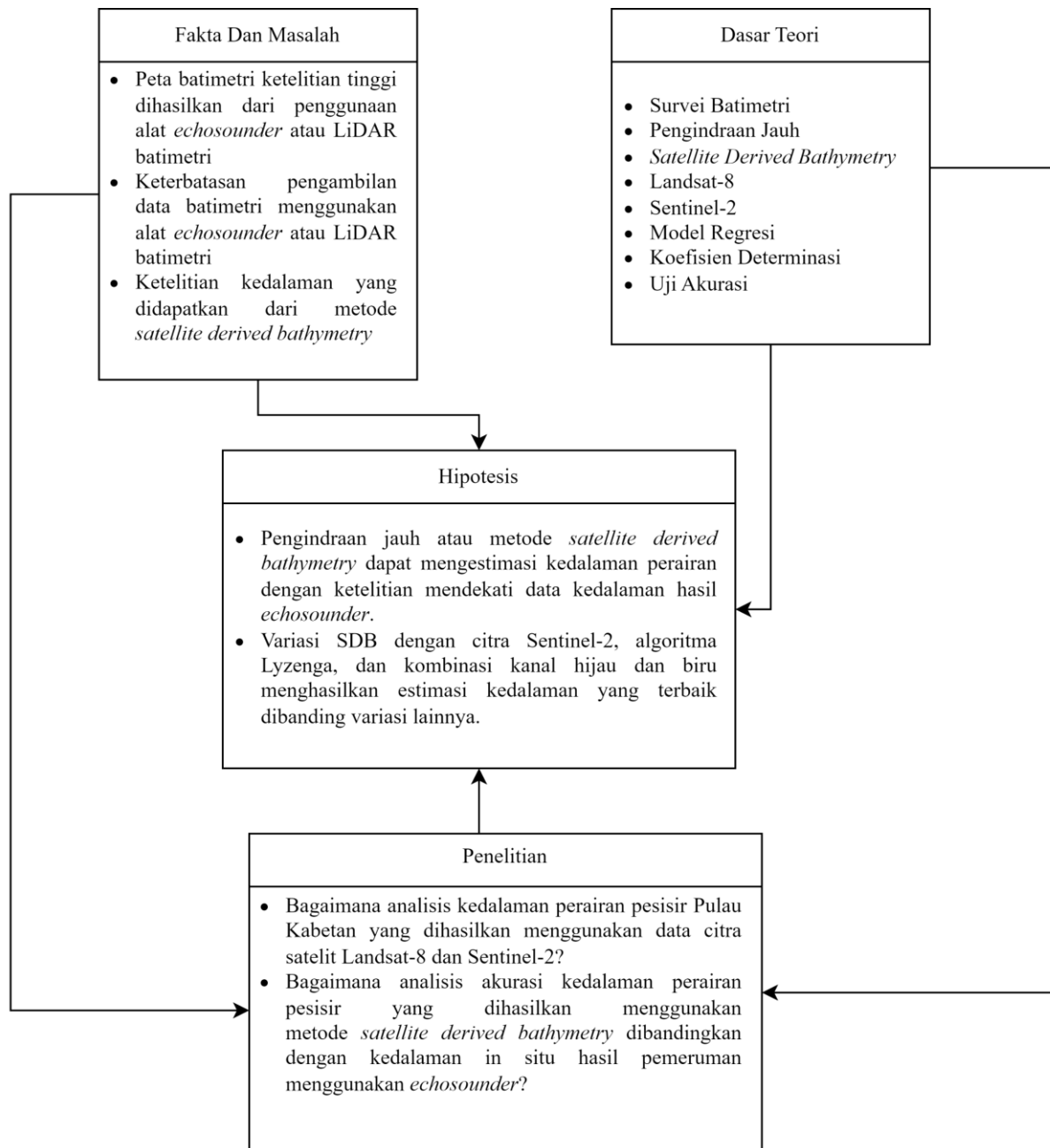
Pada bab ini membahas mengenai analisis penelitian berupa hasil dan analisis kedalaman serta validasi dan akurasi kedalaman yang dihasilkan oleh metode *satellite derived bathymetry* (SDB).

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan serta saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

I.7 Sistematika Kerangka Berpikir

Berikut adalah skema kerangka berpikir dari penelitian Tugas Akhir ini.



Gambar I-2 Sistematika Kerangka Berfikir

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, S., Sukmono, A., dan Amarrohman, F. J. (2021). 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), 2020.
- Al Kautsar, M., Sasmito, B., dan Haniah. (2013). Aplikasi Echosounder Hi-Target Hd 370 Untuk Pemeruman Di Perairan Dangkal (Studi Kasus : Perairan Semarang). *Geodesi Undip*, 2(4), 222–239.
- Anggraini, N., Marpaung, S., dan Hartuti, M. (2018). Analisis Perubahan Garis Pantai Ujung Pangkah Dengan Menggunakan Metode Edge Detection Dan Normalized Difference Water Index (Ujung Pangkah Shoreline Change Analysis Using Edge Detection Method and Normalized Difference Water Index). *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 14(2), 65–78. <https://doi.org/10.30536/j.pjpdcd.1017.v14.a2545>
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Kecamatan Ogodeide Dalam Angka 2020*.
- Badan Pusat Statistik. (2021). *Kabupaten Tolitoli Dalam Angka*.
- Bobsaid, M. W., dan Jaelani, L. M. (2017). Studi Pemetaan Batimetri Perairan Dangkal Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 dan Sentinel-2A (Studi Kasus : Perairan Pulau Poteran dan Gili Iyang, Madura). *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 2–7. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.24182>
- Cahalane, C., Magee, A., Monteys, X., Casal, G., Hanafin, J., dan 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(September). <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111414>
- Casal, G., Hedley, J. D., Monteys, X., Harris, P., Cahalane, C., dan McCarthy, T. (2020). Satellite-derived bathymetry in optically complex waters using a model inversion approach and Sentinel-2 data. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 241(April), 106814. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106814>
- Chénier, R., Faucher, M. A., dan Ahola, R. (2018). Satellite-derived bathymetry for improving Canadian Hydrographic Service charts. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(8). <https://doi.org/10.3390/ijgi7080306>
- Christy, Y. A., dan Istarino. (2019). Kerapatan Titik Pada Hasil Pengukuran Airborne Lidar Bathymetry di Saluran Irigasi, Kebumen, Jawa Tengah. *Elipsoida*, 02(02), 39–44.
- Copeland, A. (2021). *Water Column Exploration Gets An Upgrade*. <https://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/explorations/ex2101/features/water-column/welcome.html>
- Danoedoro, P. (1996). *Pengolahan Digital Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.

- Danoedoro, P. (2012). *Pengantar Pengindraan Jauh*. Andi Yogyakarta.
- Dierssen, H. M., dan Theberge, A. E. (2016). Bathymetry: Assessment. *Encyclopedia of Natural Resources: Water, January 2014*, 629–636. <https://doi.org/10.1081/e-enrw-120048588>
- EOMAP. (2014). *Satellite-Derived Bathymetry* (hal. 1–11).
- ESA. (2013). *Resolution and Swath*. <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2/instrument-payload/resolution-and-swath>
- ESA. (2015). Sentinel-2 User Handbook. In *Esa Standard Document* (Nomor 1). <https://doi.org/10.1021/ie51400a018>
- Fibriawati, L. (2016). Koreksi Atmosfer Citra SPOT-6 Menggunakan Metode MODTRAN4 Atmospheric Correction of SPOT-6 Image With MODTRAN4 Method. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, 98–104.
- Geo Ocean. (2021). *What is the water column?* <https://www.geo-ocean.fr/en/Science-pour-tous/Nos-salles-d-etudes/Systemes-hydrothermaux/The-water-column>
- Geoscience Australia. (2019). *Bathymetry*. <https://www.ga.gov.au/scientific-topics/marine/survey-techniques/bathymetry>
- Ghozali, I. (2016). *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 23* (8 ed.). Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Government of Canada. (2015). *Spectral Resolution*. <https://www.nrcan.gc.ca/maps-tools-and-publications/satellite-imagery-and-air-photos/tutorial-fundamentals-remote-sensing/satellites-and-sensors/spectral-resolution/9393>
- Hambali, A., Santoso, A. I., Teguh, K., Julzarika, A., Setiyadi, J., dan Sigit, E. (2021). Pemanfaatan Citra Planet Scope Untuk Estimasi Batimetri (Studi Kasus Di Perairan Laut Dangkal Pulau Karimun Jawa Jepara Jawa Tengah). *Hidropilar*. <http://jurnal.sttalhidros.ac.id/index.php/hidropilar/article/view/201/177>
- Hedley, J., Harborne, A., dan Mumby, P. (2005). *Technical note : Simple and robust removal of sun glint for mapping shallow-water benthos* *Simple and robust removal of sun glint for mapping shallow-water*. May 2014. <https://doi.org/10.1080/01431160500034086>
- Jaelani, L. M., dan Putri, K. (2019). Analisis Kemampuan Citra Satelit Pleiades-1b Dalam Mengestimasi Kedalaman Perairan Gili Iyang Dengan Menerapkan Geographically Weighted Regression (GWR). *Geoid*, 14, 28–34.
- Jaelani, M. L. (2016). *Teori Dasar Koreksi Atmosfer*. <https://lmjaelani.com/2016/04/slide-teori-dasar-koreksi-atmosfer/>
- Jagalingam, P., Akshaya, B. J., dan Hegde, A. V. (2015). Bathymetry mapping using landsat 8 satellite imagery. *Procedia Engineering*, 116(1), 560–566. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.326>

- Jensen. (2004). *Remote Sensing and Digital Image Processing*. Department of Geography University of South Carolina.
- Lilik, K., Arwan, P. W., dan Abdi, S. (2016). Analisis pengaruh koreksi atmosfer terhadap estimasi kandungan klorofil-a menggunakan citra landsat 8. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4), 254–262. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/13876>
- 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>
- Manessa, M. D. M., Haidar, M., Hartuti, M., dan Kresnawati, D. K. (2018). Determination of the Best Methodology for Bathymetry Mapping Using Spot 6 Imagery: a Study of 12 Empirical Algorithms. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 14(2), 127. <https://doi.org/10.30536/j.ijreses.2017.v14.a2827>
- McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17, 1425–1432.
- McFeeters, S. K. (2013). Using the normalized difference water index (ndwi) within a geographic information system to detect swimming pools for mosquito abatement: A practical approach. *Remote Sensing*, 5(7), 3544–3561. <https://doi.org/10.3390/rs5073544>
- Mohamed, H., AbdelazimNegm, Salah, M., Nadaoka, K., dan Zahran, M. (2017). Assessment of proposed approaches for bathymetry calculations using multispectral satellite images in shallow coastal/lake areas: a comparison of five models. *Arabian Journal of Geosciences*, 10(2), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s12517-016-2803-1>
- Muhsoni, F. F. (2015). *Penginderaan Jauh (Remote Sensing)* (1 ed.). UTMPress.
- NOAA. (2016). *Introduction to Water Column Investigations*. 89–90.
- NOAA. (2017). *Hydrographic Survey Techniques*. https://celebrating200years.noaa.gov/breakthroughs/hydro_survey/three_survey_methods_650.html
- Pemerintah Republik Indonesia. (2007). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Sekretariat Negara.
- Prayogo, L. M., dan 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>
- Pushidrosal. (2020). *Laporan Operasi Survei dan Pemetaan Hidro-Oseanografi “Niscala OA-2020” Di Perairan Tolitoli Provinsi Sulawesi Tengah*.
- Rahman, W., dan Wicaksono, P. (2019). Aplikasi Citra WorldView-2 untuk Pemetaan Batimetri di Pulau Kemujan Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 1(1), 333–338.

- Ramadhan, M. L., Sasmito, B., dan Hadi, F. (2021). Analisis Pengaruh Nilai Keketukan Air Terhadap Akurasi Satellite Derived Bathymetry Dengan Algoritma Stumpf (Studi Kasus : Pantai Kartini, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, 10(2), 36–46.
- Randazzo, G., Barreca, G., Cascio, M., Crupi, A., Fontana, M., Gregorio, F., Lanza, S., dan Muzirafuti, A. (2020). Analysis of very high spatial resolution images for automatic shoreline extraction and satellite-derived bathymetry mapping. *Geosciences (Switzerland)*, 10(5), 1–19. <https://doi.org/10.3390/geosciences10050172>
- Sanderson, R. (2006). *Introduction to remote sensing*. New Mexico State University. <https://doi.org/10.1117/3.673407.ch1>
- Setiawan, K. T., Dwi, M., Manessa, M., Winarso, G., dan Anggraini, N. (2018). Estimasi Batimetri Dari Data Spot 7 Studi Kasus Perairan Gili Matra Nusa Tenggara Barat (Bathymetry Estimation of Spot 7 Case Study of Gili Matra West Nusa Tenggara Waters). *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengelolaan Data Citra Digital*, 15(2), 69–82.
- Stumpf, R. P., Holderied, K., dan Sinclair, M. (2003). Determination of Water Depth With High-Resolution Satellite Imagery Over Variable Bottom Types. *Limnol. Oceanogr*, 48(1), 547–556.
- Suyono. (2015). *Analisis Regresi Untuk Penelitian* (1 ed.). deepublish.
- Syaiful, S. N., Helmi, M., Widada, S., Widiaratih, R., Subardjo, P., dan Suryoputro, A. A. D. (2019). Analisis Digital Citra Satelit Worldview-2 untuk Ekstraksi Kedalaman Perairan Laut di Sebagian Perairan Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa, Provinsi Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 1(1), 36–43. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v1i1.6262>
- Syilfi, Ispriyanti, D., dan Safitri, D. (2012). Analisis Regresi Linier Piecewise Dua Segmen. *Jurnal Gaussian*, 1(1), 219–228.
- U.S. Geological Survey. (2018). Landsat Missions: Imaging the Earth Since 1972. *Landsat Missions Timeline*, 2020(November), 2013–2016. <https://landsat.usgs.gov/landsat-missions-timeline>
- Vanhellemont, Q. (2019). Adaptation of the dark spectrum fitting atmospheric correction for aquatic applications of the Landsat and Sentinel-2 archives. *Remote Sensing of Environment*, 225(November 2018), 175–192. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.03.010>
- Westley, K. (2021). Satellite-derived bathymetry for maritime archaeology: Testing its effectiveness at two ancient harbours in the Eastern Mediterranean. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 38(January), 103030. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.103030>
- Zandbergen, S. (2020). *Multi-case Evaluation of Empirical Methods for Satellite-Derived Bathymetry*. 73.