ANALISIS TINGKAT AKURASI CITRA SENTINEL-2 PADA PEMETAAN KEDALAMAN LAUT DANGKAL (STUDI KASUS : PERAIRAN SEKAPUNG PULAU SEBUKU BAGIAN SELATAN KABUPATEN KOTABARU)

ANALYSIS OF THE LEVEL OF ACCURACY OF SENTINEL-2 IMAGE IN SHALLOW SEA DEPTH MAPPING (CASE STUDY: WATERS OF SEBUKU ISLAND SOUTHERN PART OF KOTABARU DISTRICT)

Lailani[1], Baharuddin[2], Ira Puspita Dewi[3]

[1)] Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Lambung Mangkurat
Jalan Jend. A. Yani Km. 36 Simpang 4 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, Indonesia
*Corresponding author. Email: lailanilaila08@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan informasi mengenai batimetri sangat diperlukan oleh aktivitas yang berada di wilayah dekat dengan pantai. Pada umumnya pengukuran kedalaman dilakukan dengan survei lapangan, namun hal tersebut tidak dapat menjangkau area perairan dangkal, membutuhkan biaya tinggi dan waktu yang lama. Data kedalaman perairan dangkal di Perairan Sekapung cukup penting karena dapat dimanfaatkan untuk perencanaan pemanfaatan zona perairan dangkal. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis data kedalaman berdasarkan citra satelit dengan menggunakan data hasil pengukuran kedalaman insitu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan metode perbandingan ratio dari Stumpf untuk mendapatkan kedalaman perairan dari citra Satelit Sentinel-2A. Data kedalaman yang diperkirakan dari satelit ini kemudian divalidasi dengan data pengukuran *in situ* yang dikumpulkan pada bulan April 2024 dengan menggunakan tiga saluran multispektral (saluran merah, saluran hijau, dan saluran biru). Hasil penelitian menunjukan pengolahan citra satelit Sentinel-2A dapat digunakan untuk pemetaan perairan dangkal dengan persamaan $y = 0{,}858\ x - 1{,}032$ dan R^2 sebesar 0,867 dari ketiga hasil grafik regresi dan RMSE 2,32. Persamaan yang dibangun menggunakan rasio band 2 dengan band 3. Hasil penelitian menunjukan area kajian didominasi oleh perairan dangkal dengan kisaran kedalaman absolut sebesar 5 – 12 meter.

Kata Kunci: Batimerti Perairan Dangkal, Sentinel-2, Algoritma Rasio Band, NDWI.

Abstract

The need for information regarding bathymetry is very necessary for activities in areas close to the coast. In general, depth measurements are carried out using field surveys, but this cannot reach shallow water areas, requires high costs and takes a long time. Shallow water depth data in Sekapung Waters is quite important because it can be used for planning the use of shallow water zones. The aim of this research is to analyze depth data based on satellite imagery using data from in situ depth measurements. The method used in this research uses the Stumpf ratio comparison method to obtain water depth from Sentinel-2A Satellite imagery. The estimated depth data from this satellite was then validated with in situ measurement data collected in April 2024 using three multispectral channels (red channel, green channel, and blue channel). The research results show that Sentinel-2A satellite image processing can be used for shallow water mapping with the equation $y = 0{,}858\ x - 1{,}032$ and R^2 of 0,867 from the three regression graph results and an RMSE of 2,32. The equation developed uses the ratio of band 2 to band 3. The research results show that the study area is dominated by shallow waters with an absolute depth range of 5 – 12 meters.

Keywords: *Shallow Water Bathimerti, Sentinel-2, Band Ratio Algorithm, NDWI.*

PENDAHULUAN

Data batimetri adalah informasi tentang kedalaman air atau topografi dasar perairan baik itu laut, sungai, samudera, maupun danau. Data batimetri dapat digambarkan dalam sebuah peta batimetri. Kebutuhan informasi mengenai batimetri diperlukan oleh aktivitas yang berada di wilayah dekat dengan pantai seperti perencanaan bangunan pesisir, aktivitas Pelabuhan, pemancingan/pencarian ikan, pengerukan, menentukan jalur pelayaran yang aman dan efisien, tambang minyak dan juga budidaya perikanan. Perolehan data batimetri dapat dilakukan dengan menggunakan metode konvensional untuk membuat peta batimetri, yang mencakup pemetaan menggunakan instrumen LiDAR udara atau *multi-beam* sonar, serta *echosounding*. Namun metode tersebut membutuhkan waktu yang relatif lama, biaya yang cukup mahal dan terbatas pada beberapa area yang tidak dapat dijangkau kapal survei.

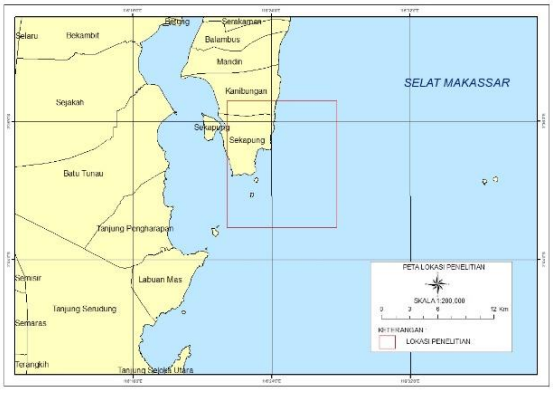
Pemetaan batimetri perairan dangkal dapat dilakukan secara efektif dan efisien melalui pendekatan penginderaan jauh menggunakan citra satelit. Sejak akhir 1970-an, peta batimetri yang berasal dari *Satellite Derived Bathymetry* (SDB) telah dikembangkan. Potensinya sebagai sumber data hidrografi telah ditingkatkan oleh kemajuan terbaru dalam teknologi satelit, termasuk peningkatan resolusi dan pita multispektral. Penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh Wildan (2017) yaitu pembuatan peta batimetri dengan citra Landsat 8 dan Sentinel-2 di perairan Pulau Poteran dan Gili Iyang, Madura. Dengan menggunakan metode Van Hengel dan Spitzer penginderaan jauh Landsat 8 dan Sentinel-2A untuk menghasilkan informasi berupa peta kedalaman. Hasil validasi estimasi kedalaman menggunakan citra Landsat 8 menunjukkan nilai NMAE yang lebih baik dibandingkan dengan citra Sentinel-2A.

Banyak metode yang dikembangkan untuk mengestimasi kedalaman suatu perairan yang mendekati dengan nilai sebenarnya di lapangan seperti metode Lyzenga (1978), Jupp (1988) dan yang terbaru dengan metode Stumpf et al. (2003), Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menganalisis karakteristik kedalaman perairan berdasarkan pendekatan citra satelit Sentinel-2 dengan data pengukuran lapangan di Perairan Sekapung Kabupaten Kotabaru.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di pada bulan Maret 2024 – September 2024 meliputi studi literatur, pengambilan data lapangan, analisis data, dan penyusunan laporan akhir. Studi kasus dalam penelitian berada di Perairan Sekapung, Pulau Sebuku Bagian Selatan, Kabupaten Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam melakukan penelitian pemetaan batimetri dengan citra satelit tertera pada Tabel 3.1. dan Tabel 3.2. dibawah ini :

Tabel 1. Alat yang Digunakan di Lapangan

No	Nama Alat	Kegunaan
1.	Laptop	Analisis data

No	Nama Alat	Kegunaan
2.	*Fishfinder* SBES Garmin GPSMap 585 Plus	Mengukur kedalaman
3.	Kapal	Transportasi selama pemeruman
4.	GA 38 GPS/GLONASS Antenna	Penguat sinyal GPS

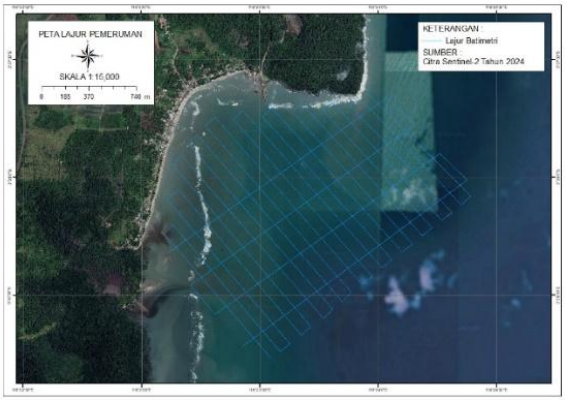
Tabel 2. Alat yang Digunakan di Laboratorium

No	Nama Alat	Kegunaan
1.	*ArcGIS 10.8*	Pembuatan peta dan pengolahan data penelitian
2.	*Microsoft Excel*	Pemprosesan data numerik
3.	*Microsoft Word*	Penulisan laporan
4.	*Sentinal Application Platform* (SNAP)	Pengolahan citra satelit
5.	*Mapsource*	*Import* data batimetri
6.	*LibreOfficial Calc*	Analisis regresi linier
7.	*Global Mapper*	Analisis data
8.	*Surfer*	Analisis kontur batimetri

Metode Perolehan Data

Desain Lajur Pemeruman

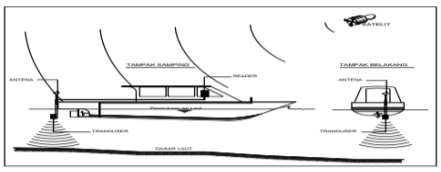
Lajur pemeruman yang digunakan dalam penelitian ini merupakan garis tegak lurus pantai dengan *crosscheck line* berupa lajur perum searah sejajar pantai dan cakupan area survei seluas 1 km ke arah laut dan 1 km sejajar pantai. Adapun output peta batimetri pada penelitian ini nantinya di plotting pada skala 1:1000, sehingga berdasarkan ketentuan SNI lajur utama pemeruman pada penelitian ini dibuat dengan spasi tiap-tiap 10 meter antar lajur utama seperti pada gambar berikut:



Gambar 2**.** Lajur Pemeruman

Pemeruman

Data pengukuran kedalaman *in situ* yang diperoleh dengan melakukan pemeruman menggunakan Echosounder di perairan Pulau Sebuku bagian Selatan. Pemeruman menggunakan insturmen *Fishfinder* SBES Garmin GPSMap 585 Plus. Penempatan alat seperti gambar dibawah:



Gambar 3. Skema Penempatan Alat pada Survei Batimetri, Penempatan *Transducer*, Antena, *Reader* di Kapal

Citra Satelit

Data citra yang digunakan pada penelitian ini adalah citra Sentinel-2. Data citra Sentinel-2 memiliki resolusi 10 meter didapatkan melalui website resmi yang di *download* dari *ESA Copernicus* melalui situs *https://dataspace.copernicus.eu/*. Citra yang dipilih adalah citra dengan produk level 2A yang sudah terkoreksi BOA (*Bottom of Atmosphere*) atau sudah bernilai reflektan pada citra yang diunduh.

Pasang Surut

Data pasang surut (pasut) yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data sekunder milik BIG (Badan Informasi Geospasial) selama 29 piantan berdasarkan

stasiun terdekat. Rentang waktu perekaman yang digunakan terhitung sejak 1 – 29 April 2024. Selanjutnya data pasang surut tersebut akan dibandingkan dengan data prediksi MIKE Zero dilokasi yang sama. Apabila menunjukan pola yang sama, akan digunakan untuk perairan Sekapung. Pengambilan data pasang surut pediksi dapat diperoleh dari *software* MIKE Zero, pada tools *MIKE 21 Toolbox* dengan fitur *world constituent tidal prediction of height* sebagai nilai pasang surut prediksi. Data pasang surut ini selanjutnya diolah untuk mendapatkan nilai-nilai komponen pasang surut dan akan digunakan untuk koreksi kedalaman.

Analisis Data

Pasang Surut

Analisis data pasang surut dilakukan menggunakan metode *admiralty* untuk mendapatkan konstanta harmonik pasang surut (S_0, K_1, S_2, M_2, O_1, N_2, M_4, dan MS_4) dan nilai *formzahl*. Konstanta tersebut selanjutnya digunakan untuk melakukan perhitungan tipe pasut dan ketinggian *chart datum* terhadap HAT.

Berdasarkan nilai konstanta komponen pasang surut dapat diketahui elevasi muka air yang dihitung menggunakan formula yang dikembangkan oleh Iwagaki dan Sawaragi (1979) dan Beer (1997) dalam Baharuddin (2002) sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Tunggang Air Pasut

Karakteristik Pasang Surut	Formula
HAT	LAT + 2(AK_1 + AO_1 + AS_2 + AM_2)

dimana:

HAT : *Highest Astronomical Tide* (Air tinggi tertinggi)

LAT : *Lowest Astronomical Tide* (Air Rendah Terendah)

Citra Satelit

Masking

Masking citra bertujuan untuk memisahkan antara wilayah daratan dengan wilayah perairan. *Masking* citra menggunakan kanal hijau dan kanal NIR menggunakan Algoritma *Normalize Difference Water Index* (NDWI). Adapun persamaan dari NDWI, sebagai berikut (McFEETERS, 1996):

$$NDWI = \frac{Band\ Green - Band\ NIR}{Band\ Green + Band\ NIR}$$

dimana:
Band Green : Kanal 3
Band NIR : Kanal 8

Algoritma Rasio Band

Algoritma yang dimanfaatkan untuk mengestimasi kedalaman perairan dangkal berdasarkan citra satelit adalah Algoritma Rasio Band yang dirumuskan oleh Stumpf dan kawan-kawan. Estimasi kedalaman perairan dengan menggunakan algoritma yang dikembangkan oleh (Stumpf, Holderied, & Sinclair, 2003):

$$Z = \left(m_1 \frac{I_n(nR_W(\lambda_i))}{I_n(nR_W(\lambda_j))} - m_0 \right)$$

dimana:

Z : Kedalaman.

$nR_W(\lambda_i)$: Nilai reflektansi dari band biru.

$nR_W(\lambda_J)$: Nilai reflektansi dari band hijau.

m_1 dan m_0 : *Gain* dan *Offset* yang di tentuan dari persamaan regresi secara empirik.

Permodelan Regresi

Regresi linear sederhana bertujuan untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel, serta menunjukkan arah hubungan antara variabel dependen dengan variabel independent. Analisis regresi

sendiri memiliki berbagai kegunaan, salah satunya adalah untuk memprediksi nilai variabel terikat. Persamaan untuk model regresi linear sederhana adalah sebagai berikut (Aji, 2021):

$$\boldsymbol{y = a + bx}$$

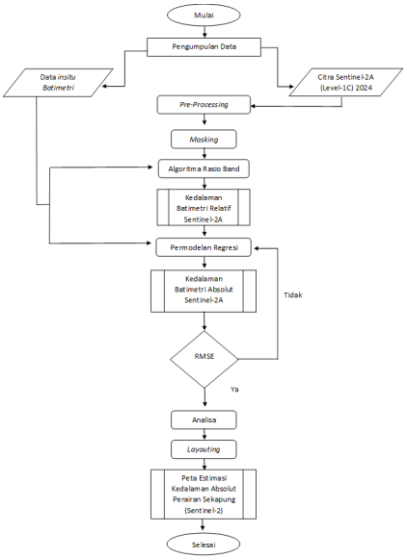
dimana :

y : variabel terikat yang diprediksi

x : variabel bebas

a : intercept, yaitu nilai Y pada saat X=0

b : slope, yaitu perubahan rata-rata Y terhadap perubahan satu unit X



Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Citra

Kedalaman Terkoreksi

Pada pengukuran batimetri di laut, kondisi muka air secara fluktuatif mengalami perubahan ketinggian akibat adanya pengaruh pasang surut, akibatnya data kedalaman terkoreksi merupakan angka kedalaman relatif terhadap muka air laut sesaat. Adapun persamaaan matematis berikut:

$d_{HAT} = d_t - (h_t - HAT)$

Keterangan:

d : kedalaman suatu titik di dasar perairan

d*t* : kedalaman suatu titik di dasar laut pada pukul t

h*t* : ketinggian permukaan air pasut pada pukul t

HAT : muka air surut tertinggi

Uji Akurasi

Uji akurasi pada penelitian ini menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*). RMSE digunakan untuk mengumpulkan seberapa eror atau kesalahan data model yang digunakan, dalam hal ini adalah data hasil pengolahan. Nilai RMSE semakin kecil (mendekati 0) maka nilai prediksinya semakin akurat.

$$RMSE = \frac{\sum_{t=1}^{n}(X_t - y_t)^2}{n}$$

dimana :

x_t : Nilai data aktual

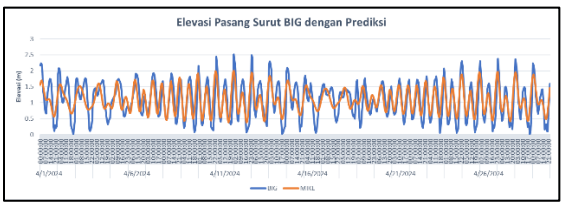
y_t : Nilai daya prediksi

n : Banyaknya data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pasang Surut

Berdasarkan hasil antara pengukuran pasut BIG dengan prediksi pasut *MIKE 21 Toolbox* pada koordinat yang sama memiliki kesesuaian pola pasut yang sama namun memiliki nilai elevasi yang sedikit berbeda, yaitu pada pengukuran BIG memiliki nilai pasang tertinggi sebesar memiliki nilai 2,51 m dan surut terendah pada pengukuran BIG sebesar 0,01 m sedangkan nilai prediksi pasang surut *MIKE 21 Toolbox* untuk tertinggi mencapai 2 m dan pasang surut terendah sebesar 0,3 m.



Gambar 4. Grafik Elevasi Pasang Surut BIG dengan Prediksi MIKE *21 Toolbox*

Untuk memverifikasi pasang surut BIG dan *MIKE 21 Toolbox,* diperoleh nilai RMSE

(*Root Mean Square Error*) didapatkan sebesar:

$$\frac{\sqrt{102,0448}}{697} = 0,382905$$

Nilai RMSE yang diperoleh yaitu sebesar 0,383. Sehingga dikatakan bahwa hasil permodelan valid karena mempunyai nilai RMSE < 1 dan mendekati 0.

Chart Datum

Pada Tabel 4. berikut menunjukkan nilai *chart datum* dan tipe pasang surut di lokasi penelitian berdasarkan hasil analisis data pasang surut menggunakan metode *admiralty*:

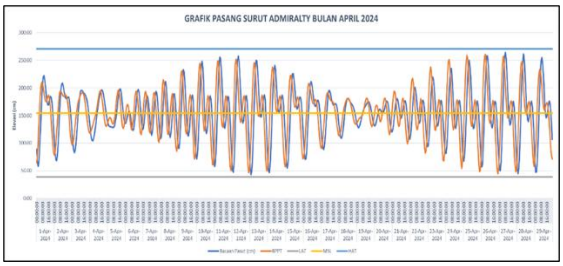
Tabel 4. *Chart Datum* dan Tipe Pasang Surut untuk Perairan Sekapung

HAT (cm)	MSL (cm)	LAT (cm)	*Formzahl*	Tipe Pasang Surut
270,20	154,55	38,89	1,06	Campuran Condong Ke Harian Ganda

dimana:
HAT : *Highest Astronomical Tide* (Air tinggi tertinggi)
MSL : *Mean Sea Level* (Tinggi Air Rata-Rata)

LAT : *Lowest Astronomical Tide* (Air Rendah Terendah)

Berdasarkan hasil analisis yang disajikan Tabel 4.1. diketahui tinggi muka air pada masing-masing *chart datum* pada palem pasut adalah 270,20 cm pada HAT, 154,55 cm pada MSL, dan 38,89 cm pada saat LAT. Nilai *formzahl* yang diperoleh dari metode *admiralty* sebesar 1,06 dan tipe pasang surut pada lokasi penelitian adalah campuran condong ke harian ganda. Selanjutnya, dalam pembuatan peta batimetri di perairan Sekapung, dapat dilakukan koreksi data kedalaman pada pengukuran batimetri dengan menggunakan nilai pasang tertinggi. Berikut merupakan grafik pasang surut yang dihitung menggunakan metode *admiralty*:



Gambar 5. Grafik Elevasi Pasang Surut di Perairan Sekapung (April 2024)

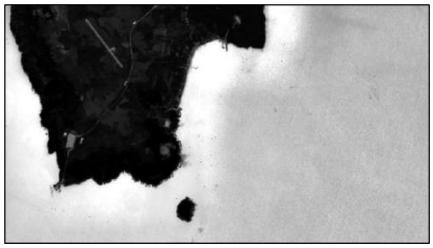
Analisis Citra Satelit

Data citra satelit sentinel-2 yang digunakan diperoleh dari *ESA Copernicus* pada tanggal 15 Juni 2024. Sentinel-2 memiliki 13 kanal dan kanal yang digunakan dalam pemetaan perairan laut dangkal adalah kanal 2, kanal 3, kanal 4 dan kanal 8. Berikut merupakan tampilan citra sentinel-2 yang telah diunduh pada *ESA Copernicus*:

Gambar 6. Citra Sentinel-2 Perairan Sekapung

Masking

Pada proses *masking* adalah proses daratan dan perairan dipisahkan agar lokasi penelian hanya fokus pada perairan. Proses *masking* menggunakan rumus NDWI (*Normalized Difference Wetness Index*). Gambar berikut menunjukkan hasil *masking* menggunakan NDWI pada citra satelit di perairan Sekapung.



Gambar 7. Hasil *Masking* NDWI Citra Sentinel-2 Perairan Sekapung

Penerapan Algoritma Rasio Band

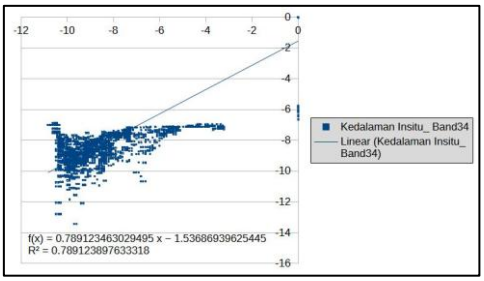
Algoritma rasio band yang diciptakan oleh Stumpf *dkk* (2003) digunakan untuk mengestimasi kedalaman perairan dangkal dengan menggunakan citra satelit. Data kedalaman *in situ* yang telah dikoreksi dengan data pasang surut diolah menjadi vektor dan diperlakukan sebagai data *training*. Data *training* ini digunakan untuk membangun model ekstraksi kedalaman relatif dan menghasilkan nilai rasio antara dua kanal. Nilai rasio antara dua kanal dengan menggunakan 3 kombinasi kanal yang diperoleh dari hasil penerapan algoritma rasio band dari 30 titik sampel seperti pada Tabel 5 :

Tabel 5. Nilai Rasio Band dengan menggunakan Tiga Kombinasi Band

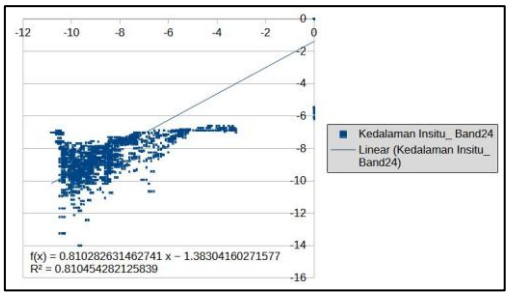
Sampel	Band2/4	Band3/4	Band2/3
49	0,5071	0,9685	0,5907
50	0,2798	0,9539	0,3164
51	0,2181	0,8133	1,1347
52	0,4089	0,6860	1,6626
53	0,5779	0,6725	0,2014
54	0,1456	0,6283	0,2976
55	1,1264	0,1213	0,9887
56	1,0375	0,2703	1,3514
57	1,4136	0,2643	1,8002
58	1,5132	0,3053	1,8250
59	2,1238	0,3693	0,0012
60	0,2335	0,4080	0,3529
61	1,1536	0,4198	0,4602
62	1,4907	0,3765	0,0126
63	0,7682	0,3095	0,4847
64	1,0854	0,3365	0,3951
65	0,8958	0,4386	0,0766
66	0,9453	0,3645	0,3161
67	0,5588	0,3599	0,7126
68	1,1806	0,2585	0,7774
69	1,1880	0,4092	0,9943
70	1,6470	1,3821	0,1214
71	0,4125	1,3610	1,3260
72	0,9453	1,1869	1,8282
73	0,8796	0,1125	1,0476
74	0,8667	0,3720	0,4108
75	1,0720	0,6677	0,4876
76	0,7885	0,7023	0,6577
77	0,2193	0,5656	2,0580
78	1,3788	0,4318	0,5312

Permodelan Regresi

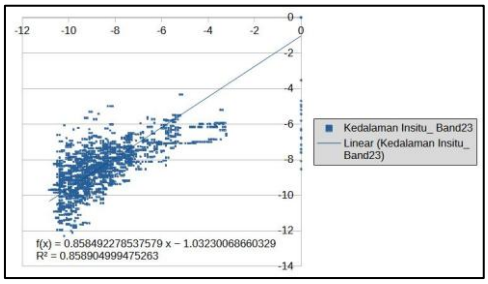
Analisis regresi dilakukan untuk mengetahui bagaimana hubungan kedalaman lapangan dan nilai kedalaman yang diekstraksi dari citra satelit. Selanjutnya, grafik analisis regresi linier dibuat antara data ekstraksi citra menggunakan kombinasi tiga kanal dan data batimetri *in situ* adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik Regresi Band 3 dan 4 terhadap Kedalaman dari Pengukuran Lapangan

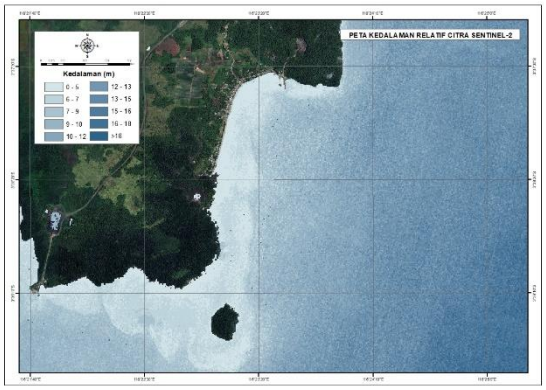


Gambar 8. Grafik Regresi Band 2 dan 4 terhadap Kedalaman dari Pengukuran Lapangan



Gambar 9. Grafik Regresi Band 2 dan 3 terhadap Kedalaman dari Pengukuran Lapangan

Hasil dari perbandingan nilai piksel dengan kedalaman menghasilkan nilai R^2 tertinggi, yaitu pada perbandingan rasio band 2 dan 3 dengan nilai sebesar 0,858 dan pada perbandingan rasio band 2 dan 4 sebesar 0,810. Nilai R^2 yang diperoleh dari rasio band tersebut menunjukan adanya tingkat hubungan yang kuat antara perbandingan rasio citra dengan nilai kedalaman lapangan. Sedangkan nilai R^2 pada perbandingan rasio band 3 dan 4 dengan nilai kedalaman sebesar 0,789 yang berarti tingkat hubungan yang cukup kuat antara perbandingan rasio band 2 dan 3 dengan nilai kedalaman lapangan (Sugiyono, 2007).

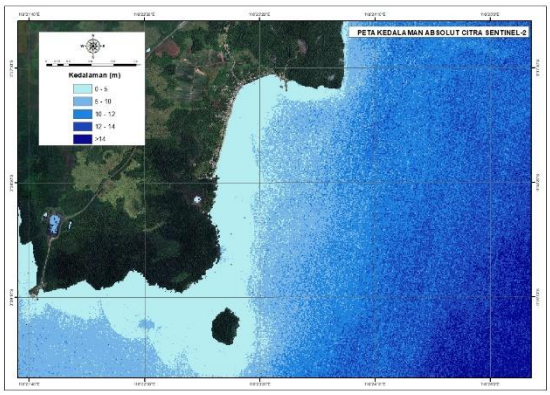


Gambar 10. Peta Kedalaman Relatif Citra Sentinel-2

Kedalaman Batimetri Absolut

Nilai kedalaman absolut yang diwakili oleh sumbu Y dan sumbu X, diperoleh dari grafik regresi yang menghubungkan kedalaman hasil ekstraksi dengan kedalaman sampel *in situ*. Band 2 dan band 3 menunjukkan hasil pemodelan kedalaman terbaik, dengan nilai y = 0,858 x – 1,032 dan R^2 sebesar 0,867 dari ketiga hasil grafik regresi. Nilai m_1 dan m_0 diperoleh melalui penggunaan rasio dua kanal dalam regresi linier, yang kemudian digunakan untuk menentukan nilai kedalaman absolut.

Dengan menggunakan kanal biru (B2) dan kanal hijau (B3) dari citra satelit Sentinel-2, estimasi kedalaman perairan dibuat dengan algoritma rasio band. Alasan dipilih dua kanal tersebut untuk mengestimati kedalaman dikarenakan pada kombinasi band regresi yang telah dibuat band 2 dan 3 memperoleh permodelan regresi dengan nilai paling baik diantara kombinasi band lainnya. Selain itu, memiliki kanal dengan panjang gelombang yang lebih pendek dan memiliki kapasitas yang lebih besar untuk mengumpulkan data kolom air. Estimasi kedalaman absolut yang diperoleh dari titik sampel pada citra Sentinel-2 berada pada rentang 4,061 – 11,581 m. Kedalaman maksimum pada titik sampel dapat mengestimasi sebesar 11,581 m.



Gambar 11. Peta Kedalaman Absolut Citra Sentinel-2

Uji Akurasi

Uji akurasi pada penelitian ini menggunakan metode RMSE bertujuan untuk menentukan apakah metode yang digunakan untuk mengestimasi kedalaman

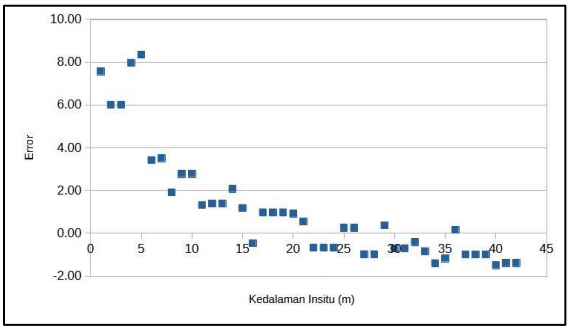
perairan sesuai atau tidak. Uji akurasi yang dibuat dengan menggunakan sampel 100 titik random yang termasuk sampel yang digunakan untuk membuat model regresi. Selanjutnya, hasil model kedalaman dari masing-masing kombinasi band diuji menggunakan metode RMSE. Nilai RMSE lengkap untuk masing-masing kombinasi band ditunjukkan dibawah ini:

Tabel 6. Nilai RMSE Kedalaman dari Pengukuran Lapangan dan Citra Satelit

Band Rasio	**RMSE (m)**
Band 2/ Band 3	2,32
Band 2/ Band 4	3,45
Band 3/ Band 4	3,69

Hasil uji akurasi kedalaman yang dihasilkan dari ekstraksi citra satelit Sentinel 2 terhadap data kedalaman *in situ* ditunjukkan dengan nilai terbaik pada kombinasi band biru hijau sebesar 2,32. Band hijau memiliki penetrasi band yang dapat mencapai kedalaman air paling jauh diantara band lainnya. Dibandingkan dengan band hijau dan merah, band biru memiliki panjang gelombang yang paling pendek. Jenis material dasar perairan yang berbeda juga tidak mempengaruhi band biru. Kemampuan citra dapat membaca nilai kedalaman hingga kedalaman ±20 m disebabkan oleh gelombang elektromagnetik citra satelit yang berinteraksi dengan kolom air yang menjadi semakin lemah seiring dengan kedalaman yang bertambah (Nurkhayati & Khakhim, 2013).

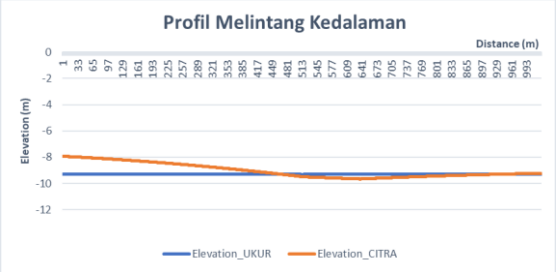
Analisis Kemampuan Citra Sentinel-2 dalam Mengestimasi Kedalaman Perairan



Gambar 12. Sebaran Bias Kedalaman Absolut

Berdasarkan hasil yang tertera pada gambar, bias bernilai positif sebagian besar ditemukan untuk kedalaman *in situ* di bawah 10 meter. Peristiwa ini menunjukkan bahwa estimasi berlebihan terjadi pada rentang kedalaman tersebut. Ada kemungkinan bahwa estimasi yang berlebihan disebabkan oleh gelombang elektromagnetik yang dipantulkan bukan hanya dari perairan tetapi juga berasal dasar perairan (*seabed*). Mengingat bahwa nilai estimasi berlebihan tersebut terjadi pada perairan dangkal 0–10 meter yang dapat dilihat dari permukaan. karena nilai reflektan yang diterima oleh sensor satelit lebih besar dan berdampak pada informasi kedalaman yang dihasilkan juga lebih besar.

Besarnya nilai RMSE yang dihasilkan mengindikasikan bahwa algoritma rasio band tidak tepat atau tidak sesuai untuk menghitung kedalaman absolut menggunakan data citra Sentinel-2 di Perairan Sekapung. Hal ini bisa disebabkan oleh penggunaan regresi linier, yang menunjukkan bahwa parameter regresi adalah identik di setiap titik kedalaman. Namun, kondisi di sekitar kedalaman tidak selalu sama pada suatu titik. Hasil model kedalaman dengan algoritma rasio band dengan kedalaman *in situ* hampir berhimpitan pada rentang kedalaman 8 – 10 meter yang ditunjukan pada Gambar 4.11



Gambar 13. Profil Melintang Kedalaman

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan di Perairan Sekapung, Pulau Sebuku Bagian Selatan, Kabupaten Kotabaru dapat disimpulkan bahwa:

1. Estimasi kedalaman absolut berdasarkan citra Sentinel-2 dengan data hasil data pengukuran lapangan menggunakan algoritma rasio band memberikan kedalaman terbaik pada rentang 5 – 12 meter. Namun, citra Sentinel-2 tidak memungkinkan untuk mengestimasi kedalaman absolut kurang dari 5 meter.
2. Tingkat akurasi pada citra Sentinel-2 diperoleh model kedalaman terbaik pada band rasio hijau-biru dengan nilai sebesar y = 0,858 x – 1,032 dan R^2 sebesar 0,867 dari ketiga hasil grafik regresi. Diperoleh nilai RMSE terbaik pada band hijau-biru dengan nilai sebesar 2,32.

SARAN

Adapun terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan untuk kedepannya terkait topik penelitian:

1. Data yang digunakan terbebas dari segala macam noise seperti awan. Jika tidak diperhatikan maka informasi yang dihasilkan mengandung bias yang besar.

2. Perlu dikaji mengenai estimasi pada perairan kedalaman dangkal terkhusus pada kedalaman 0 – 5 meter. Baik menggunakan citra resolusi tinggi, menengah ataupun hiperspektral.

3. Algoritma rasio band tidak menghasilkan informasi yang akurat selama penelitian ini, penggunaan algoritma ini dalam proses estimasi perairan memerlukan pengkajian kembali atau bisa mengkaji menggunakan citra hiperspektral

DAFTAR PUSTAKA

Aji, S. (2021). Analisis Pemanfaatan Satellite Derived Bathymertry Citra Sentinel-2A Dengan Menggunakan Algoritma Lyzenga Dan Stumpf. *Jurnal Geodesi Undip*, 68-74.

Baharuddin. (2002). *Studi Karakteristik Pantai Tanjung Alam Kecamatan Mariso* . Makassar: Universitas Hasanuddin.

McFEETERS, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water feature. *International Journal of Remote Sensing*, 1425-1432.

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*, 140-148.

Stumpf, R. P., Holderied, K., & Sinclair, M. (2003). Determination of Water Depth with High-Resolution Satellite Imagery Over Variable Bottom Types. *Limnology and Oceanography*, 550-551.