

**PENYEDIAAN DATA *SATELLITE DERIVED BATHYMETRY* MENGGUNAKAN
METODE TRANSFORMASI ROTASI
(STUDI KASUS TELUK KAYELI NAMLEA MALUKU)**

***PROVISION OF SATELLITE DERIVED BATHYMETRY DATA USING THE ROTATION
TRANSFORMATION METHOD
(CASE STUDY OF KAYELI NAMLEA MALUKU BAY)***

**Ade Fajarico¹, Yose Rinaldy.Nababan.², Kuncoro Teguh³,
Johar Setiyadi.⁴, Endro Sigit Kurniawan⁵**

¹Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut, Prodi Hidro-Oseanografi

²Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut

³Peneliti Pada Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh

e-mail: fajarrico22@gmail.com

ABSTRAK

Kurangnya ketersediaan data batimetri di perairan dangkal merupakan suatu hambatan dalam proses updating peta laut Indonesia. Berdasarkan permasalahan tersebut maka teknologi penginderaan jauh memberikan peluang besar untuk mendukung penyediaan data di perairan dangkal secara efektif dan efisien, perolehan data batimetri menggunakan metode *Satellite Derived Bathymetry* (SDB) ini dianggap efektif dan efisien dalam mendapatkan informasi kedalaman di perairan dangkal. Tujuan penelitian ini melakukan pemodelan empirik citra satelit SPOT-7 menggunakan algoritma Transformasi Rotasi di lokasi Teluk Kayeli Namlea. Hasil informasi batimetri analisa akurasi yang didapat berupa nilai R^2 sebesar 0,7575 Selanjutnya dilakukan perhitungan *Total Vertical Uncertainty* (TVU) sesuai dengan ketentuan S-44 IHO Edisi 5 (2008) terhadap 6 kelompok kedalaman. Pada kedalaman 0 sampai 2 meter yang memenuhi kriteria sebanyak 90% dari 20 data dengan ketelitian 0,52 meter, pada kedalaman 2,1 sampai 5 meter yang memenuhi kriteria sebanyak 43% dari 30 data dengan ketelitian 1,51 meter, pada kedalaman 5,1 sampai 10 meter yang memenuhi kriteria sebanyak 39% dari 23 data dengan ketelitian 2,04 meter, pada kedalaman 10,1 sampai 20 meter yang memenuhi kriteria sebanyak 0% dari 32 data dengan ketelitian 4,06 meter, dan pada kedalaman 20,1 sampai 30 meter yang memenuhi kriteria sebanyak 10% dari 30 data dengan ketelitian 7,62 meter.

Kata Kunci: *Satellite Derived Bathymetry*, Peta Laut Indonesia, Algoritma Transformasi Rotasi, SPOT 7, *Total Vertical Uncertainty*.

ABSTRACT

The lack of bathymetry data availability in shallow waters is an obstacle in the process of updating Indonesia's marine maps. Based on these problems, remote sensing technology provides a great opportunity to support the provision of data in shallow waters effectively and efficiently. The acquisition of bathymetry data using the Satellite Derived Bathymetry (SDB) method is considered effective and efficient in obtaining depth

information in shallow waters. The aim of this research is to do empirical modeling of SPOT-7 satellite imagery using the Rotation Transformation algorithm at the Kayeli Namlea Bay location. The results of the bathymetric information accuracy analysis were obtained in the form of an R^2 value of 0.7575. Then the Total Vertical Uncertainty (TVU) calculation was carried out in accordance with the provisions of S-44 IHO 5th Edition (2008) for 6 depth groups. At a depth of 0 to 2 meters that meets the criteria as much as 90% of 20 data with an accuracy of 0.52 meters, at a depth of 2.1 to 5 meters that meets the criteria of 43% of 30 data with an accuracy of 1.51 meters, at a depth of 5.1 to 10 meters who meet the criteria as much as 39% of 23 data with an accuracy of 2.04 meters, at a depth of 10.1 to 20 meters that meet the criteria as much as 0% of 32 data with an accuracy of 4.06 meters, and at a depth of 20.1 to 30 meters that meet the criteria as much as 10% of 30 data with an accuracy of 7.62 meters..

Keywords: *Satellite Derived Bathymetry, Indonesian Ocean Map, Rotation Transformation Algorithm, SPOT-7, Total Vertical Uncertainty.*

PENDAHULUAN

Dalam menunjang terwujudnya keberhasilan pembangunan kemaritiman di Indonesia diperlukan adanya informasi-informasi yang berkaitan dengan kondisi dasar laut seperti peta kedalaman laut/batimetri suatu perairan. Metode yang umum digunakan untuk survei batimetri selama ini menggunakan metode akustik, kekurangan dalam metode ini membutuhkan waktu, biaya dan tingkat kerawanan yang tinggi (Penggali, 2017). Dengan kemajuan teknologi yang semakin berkembang, teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk pemetaan batimetri perairan dangkal. Kelebihan yang dimiliki adalah ketersediaan data yang cukup banyak, efisiensi waktu dan biaya, dapat mencakup area yang luas dan mengurangi bahaya yang dapat menyebabkan kerugian personel dan material (Bobsaid, 2017).

Dalam pemetaan batimetri menggunakan teknologi penginderaan

jauh dengan memanfaatkan citra satelit, hasil data batimetri yang diperoleh tergantung dari penyebaran dan pantulan cahaya dari dasar laut termasuk kualitas kejernihan air dan disajikan dalam nilai pixel yang memberikan nilai asumsi reflektansi cahaya yang mengestimasi kedalaman (Sutanto, 1992). Tingkat keakuratan data batimetri yang dihasilkan citra satelit masih lebih rendah daripada metode akuisisi data batimetri lainnya seperti data multibeam echosounder dan light detection and ranging (LIDAR) (Kanno, 2011).

Salah satu kesulitan dalam proses pemetaan dengan citra satelit adalah masih diperlukan proses interpretasi data obyek yang ada pada citra satelit, sehingga diperlukan pengecekan lapangan (*field checking*) dan data/peta lain untuk ketepatan informasi tentang data yang dipetakan. Namun kesulitan ini dapat diatasi oleh pihak pengguna dengan jalan melaksanakan pengecekan lapangan sendiri sesuai kebutuhan. Dari penelitian sebelumnya yang dilaksanakan

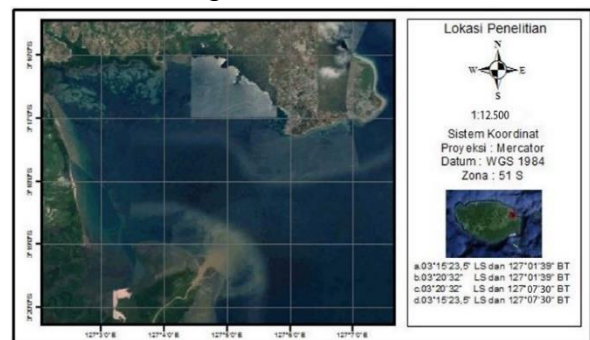
di perairan Teluk Belang-belang Mamuju provinsi Sulawesi Barat (Arya, 2015), bahwa ketelitian tertinggi hasil ekstraksi kedalaman model SDB diperoleh dengan menggunakan metode STR (*Spatial Trend*) dimana pada kedalaman 0 meter sampai dengan 2 meter memiliki ketelitian tertinggi 0,25 meter dengan klasifikasi orde 2.

Dalam penelitian Sirait (2016) yang dilaksanakan di Pulau Damar Provinsi DKI Jakarta menggunakan metode Van Hengel dan Spitzer bertujuan untuk mengekstraksi informasi kedalaman laut dengan menggunakan citra SPOT-6 dapat mengekstraksi kedalaman dari kedalaman 0 meter sampai dengan 20 meter dan nilai ekstraksi informasi kedalaman dibagi menjadi 3 kelas. Tujuan dari penelitian ini melakukan pemodelan empirik citra satelit SPOT-7 menggunakan algoritma Transformasi Rotasi di lokasi Teluk Kayeli Namlea Maluku. Manfaat yang dihasilkan dari penelitian ini antara lain Memberikan pemahaman dan pengetahuan tentang metode transformasi rotasi dalam mengekstraksi citra satelit SPOT-7. Memberikan informasi dan pemahaman tentang metode transformasi Rotasi ini apakah bisa diaplikasikan di lokasi lain terutama di Teluk Kayeli Namlea Maluku. Sedangkan Batasan masalah pada penelitian ini adalah Wilayah penelitian berada di Perairan Teluk Kayeli Namlea Maluku dan dikhususkan pada pengolahan dan penyajian data batimetri (Depth dan Contour) melalui pengolahan citra satelit SPOT-7 sebagai informasi kedalaman laut.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian di Teluk Kayeli Namlea Maluku. Sumber data yang digunakan yaitu :

1. Data Survei Hidro-oseanografi Namlea periode 2019 yang sudah disurutkan.
2. Citra Satelit SPOT-7 Pulau Buru periode
3. 29 Oktober 2018.
4. Data prediksi Pasang surut Namlea
5. Tahun 2018 yang diproduksi oleh Pusat Hidro-Oseanografi TNI-AL.



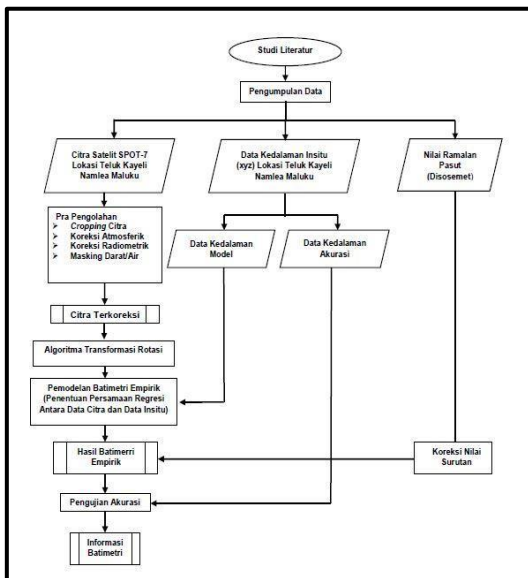
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

Batasan lokasi yang diteliti yaitu di wilayah Teluk Kayeli dengan batasan koordinat:

- A. 03° 15' 23.5" S-127° 01' 39" E
- B. 03° 20' 32" S-127° 01' 39" E
- C. 03° 20' 32"S-127° 07' 30" E
- D. 03° 15' 23.5" S-127° 07' 30" E

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan perangkat keras PC dan Laptop dengan Sistem Operasi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Windows 7 dan beberapa perangkat lunak (*Software*) yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : ER Mapper, Envi, Global Mapper, Arc Gis 10.4, Microsoft Office 2016. Berikut ini adalah diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini sebagai pedoman alur pikir pelaksanaan penelitian dari tahap penginputan data

awal sampai dengan interpretasi hasil penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengolahan data citra satelit merupakan suatu cara pengolahan data citra menjadi suatu keluaran (*output*) yang sesuai dengan apa yang diharapkan. Didalam pengolahan data citra sendiri memiliki beberapa tahapan pengolahan sampai menjadi *output* yang diharapkan. Salah satu tujuan dari pengolahan data citra adalah mempertajam data geografis dalam bentuk digital menjadi suatu tampilan yang lebih berarti bagi pengguna untuk memberikan informasi kualitatif suatu objek. Dalam suatu data citra digital memiliki beberapa tahapan proses pengolahan diantaranya adalah: Proses Cropping data citra, Koreksi radiometrik, Koreksi atmosferik, Proses Masking darat dan air, Pembuatan region, Menentukan kedalaman air absolut, Koreksi kedalaman air absolut dengan surutan, Uji akurasi ekstraksi kedalaman.

Cropping Citra dilakukan untuk mendapatkan daerah yang penelitian dengan maksud untuk dapat melakukan pengolahan data citra yang lebih terfokus, terperinci, dan teroptimal (Risti, 2010).



Gambar 3. Hasil *Cropping* Citra Menggunakan *Software* Envi.

Koreksi Radiometrik bertujuan untuk memperbaiki kualitas visual suatu citra dan nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai yang sebenarnya (Danoedoro, 2012). Koreksi Atmosferik bertujuan untuk memperbaiki nilai radiometrik (*Pixel Value*) pada citra akibat gangguan atmosferik. Metode yang digunakan adalah metode DOS (*Dark*

Object Subtraction).

Proses *Masking* darat dan air bertujuan untuk membatasi area yang akan di analisis dari citra diperairan laut dangkal perlu dilakukan pemisahan daratan dan perairan, agar proses analisisnya hanya dilakukan pada wilayah perairan.



Gambar 4. Hasil Koreksi Radiometrik Menggunakan Software Envi.

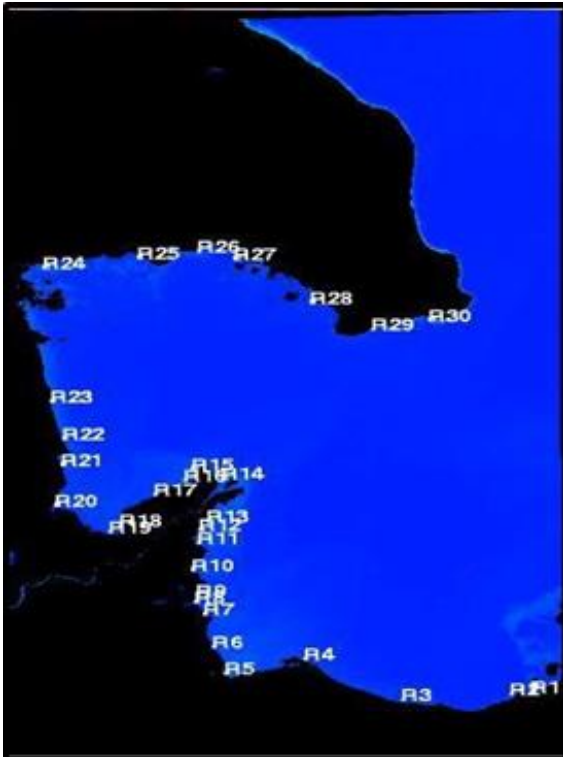


Gambar 5. Hasil Koreksi Atmosferik.

Proses pembuatan region bertujuan untuk menentukan nilai varian, covarian, U_r , U_s , r , s , R , S , $\cos R$, $\sin R$, $\cos S$, $\sin S$ dan *Depth Indeks* nya. Kemudian nilai tersebut dimasukkan kedalam perhitungan algoritma transformasi rotasi untuk mendapatkan nilai indeks kedalaman. Penentuan nilai kedalaman air absolut dalam penelitian ini digunakan metode transformasi rotasi. Untuk memperoleh persamaan regresi linier yang dibentuk dari nilai-nilai kedalaman relative dari citra satelit SPOT-7 maka perlu dikorelasikan dengan data insitu model.

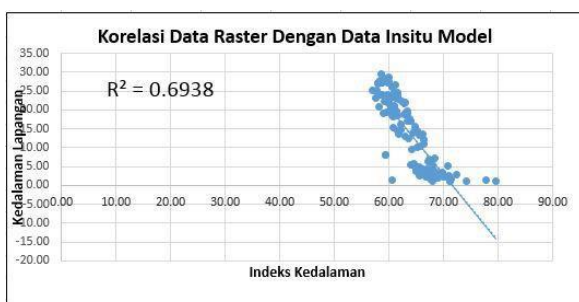
Tabel 1. Hasil Nilai 30 Region

Class/Region	Band1	Band2	Band3	Band4
R1	21.224	41.987	21.224	41.987
R10	44.75	69.504	44.75	69.504
R11	53.649	91.18	53.649	91.18
R12	68.186	97.552	68.186	97.552
R13	40.617	66.294	40.617	66.294
R14	43.581	71.077	43.581	71.077
R15	36.037	57.247	36.037	57.247
R16	39.622	56.955	39.622	56.955
R17	28.664	48.614	28.664	48.614
R18	25.499	43.515	25.499	43.515
R19	25.179	43.312	25.179	43.312
R2	94.124	143.58	94.124	143.58
R20	23.548	45.817	23.548	45.817
R21	23.079	46.766	23.079	46.766
R22	33.348	49.887	33.348	49.887
R23	22.878	41.002	22.878	41.002
R24	22.017	40.722	22.017	40.722
R25	23.358	39.689	23.358	39.689
R26	28.731	52.578	28.731	52.578
R27	30.079	50.154	30.079	50.154
R28	28.925	49.968	28.925	49.968
R29	19.879	34.155	19.879	34.155
R3	71.492	98.784	71.492	98.784
R4	41.019	70.233	41.019	70.233
R5	57.998	100.438	57.998	100.438
R6	42.65	70.428	42.65	70.428
R7	37.31	64.835	37.31	64.835
R8	48.615	87.16	48.615	87.16
R9	63.561	94.771	63.561	94.771
R30	65.207	111.543	65.207	111.543
Var	335.0121	692.7166	335.0121	692.7166
Covar	456.8963	-	323.845	-
U_r	2.2494	-	-	-
U_s	2.0690	-	-	-
U_r^2+1	6.0597	-	-	-
Square $U_r + U_r$	2.46164	-	-	-
r	67.891	-	-	-
U_s^2+1	5.2806	-	-	-
square $U_s + U_s$	2.2979596	-	-	-
s	66.4828	-	-	-
$\cos r$	0.3763	-	-	-
$\sin r$	0.9264	-	-	-
$\cos s$	0.399	-	-	-
$\sin s$	0.9169	-	-	-



Gambar 6. Hasil Pembuatan Region.

Penentuan nilai kedalaman air absolut dalam penelitian ini digunakan metode transformasi rotasi. Untuk memperoleh persamaan regresi linier yang dibentuk dari nilai-nilai kedalaman relative dari citra satelit SPOT-7 maka perlu dikorelasikan dengan data insitu model. Data raster dari citra satelit SPOT-7 kemudian dikorelasikan dengan data insitu model dan dihitung nilai persamaan regresi liniernya.



Gambar 7. Hasil Korelasi Data Raster Dengan Data Insitu Model.

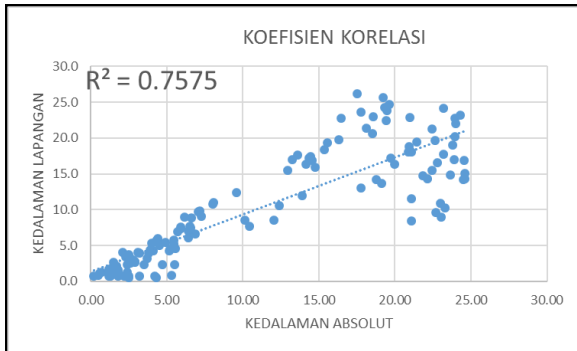
Dari hasil persamaan regresi maka diperoleh nilai $Y = -1,7666x + 126,5$ dengan $R^2 = 0,6938$. Kemudian hasil persamaan regresi tersebut dimasukkan kembali kedalam hasil indeks dari citra tersebut untuk mendapatkan nilai kedalaman absolut dari data raster indeks kedalaman.



Gambar 8. Hasil Regresi Diinput Kedalam Data Raster.

Hasil Koreksi Kedalaman Absolut kemudian perlu dilakukan koreksi dengan surutan pada jam, hari, tanggal dan waktu yang sama pada saat perekaman dilakukan untuk mengetahui ketinggian air yang sebenarnya terhadap muka surutan pada wilayah tersebut (Santoso, 2008). Setelah dilakukan koreksi terhadap surutan maka data raster kedalaman

absolut tersebut perlu dikorelasikan kembali dengan data *insitu* akurasi untuk menghitung nilai akurasi yang dihasilkan dari ekstraksi citra yang telah digunakan. Nilai Koefisien korelasi yang dihasilkan dari hasil kedalaman absolut dengan data *insitu* yang dipilih untuk menghitung akurasi adalah sebagai berikut:



Gambar 9. Koefisien Korelasi Kedalaman.

Absolut Dengan Data Insitu Akurasi
Nilai korelasi data absolut dengan data insitu akurasi yang sudah diketahui kemudian diklasifikasikan berdasarkan kontur kedalaman peta laut yang akan dibuat dan dihitung besaran tingkat akurasi serta kualitas data yang dihasilkan untuk pemenuhan standar IHO S-44.

Tabel 2. Persentasi Hasil Perhitungan TVU

DATA KEDALA MAN (meter)	Jumlah Data	Orde			Exclude (%)	Ketelitian (meter)
		Spesial (%)	1A/1B (%)	2 (%)		
0 - 2	20	20	55	15	10	0.52
2.1 - 5	30	23	0	20	57	1.51
5.1 - 10	23	4	13	22	61	2.04
10.1 - 20	32	0	0	0	100	4.06
20.1-30	30	0	0	10	90	7.62

Pada kedalaman 0 meter sampai dengan 2 meter memiliki ketelitian 0.52 meter dengan jumlah data yang digunakan sebanyak 20 data yang terdiri dari 20% termasuk kedalam ketelitian orde spesial, 55% termasuk kedalam

ketelitian orde 1A/1B, 15% termasuk kedalam orde 2, dan sebanyak 10% tidak termasuk kedalam orde ketelitian. Pada kedalaman 2 meter sampai dengan 5 meter memiliki ketelitian 1,51 meter dengan jumlah data yang digunakan sebanyak 30 data yang terdiri dari 23% termasuk kedalam ketelitian orde spesial, 0% termasuk kedalam ketelitian orde 1A/1B, 20% termasuk kedalam orde 2, dan sebanyak 57% tidak termasuk kedalam orde ketelitian. Pada kedalaman 5 meter sampai dengan 10 meter memiliki ketelitian 2,04 meter dengan jumlah data yang digunakan sebanyak 32 data yang terdiri dari 0% termasuk kedalam ketelitian orde spesial, 0% termasuk kedalam ketelitian orde 1A/1B, 0% termasuk kedalam orde 2, dan sebanyak 100% tidak termasuk kedalam orde ketelitian. Pada kedalaman 10 meter sampai dengan 20 meter memiliki ketelitian 4,06 meter dengan jumlah data yang digunakan sebanyak 11 data yang terdiri dari 0% termasuk kedalam ketelitian orde spesial, 4% termasuk kedalam ketelitian orde 1A/1B, 4% termasuk kedalam orde 2, dan sebanyak 91% tidak termasuk kedalam orde ketelitian. Pada kedalaman 20 meter sampai dengan 30 meter memiliki ketelitian 7,62 meter dengan jumlah data yang digunakan sebanyak 30 data yang terdiri dari 0% termasuk kedalam ketelitian orde spesial, 0% termasuk kedalam ketelitian orde 1A/1B, 10% termasuk kedalam orde 2, dan sebanyak 90% tidak termasuk kedalam orde ketelitian.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan uji akurasi menggunakan perhitungan TVU (Total Vertical Uncertainty) data maksimal kedalaman laut diperairan Teluk Kayeli yang dapat diekstrak dengan metode transformasi rotasi dan masuk dalam ketentuan S-44 IHO edisi 5 (2008) yakni hanya pada kedalaman 0 sampai dengan 10 meter. Dari data kedalaman 0 sampai dengan 2 meter memiliki ketelitian 0,52 meter dari 20 data yang digunakan yang terdiri dari 10% data tidak memenuhi standar S-44 IHO dan 90% data masuk kedalam kriteria standar S-44 IHO. Dari data kedalaman 2,1 sampai dengan 5 meter memiliki ketelitian 1,51 meter dari 30 data yang digunakan yang terdiri dari 57% data tidak memenuhi standar S-44 IHO dan 43% data masuk kedalam kriteria standar S-44 IHO. Dari data kedalaman 5,1 sampai dengan 10 meter memiliki ketelitian 2,04 meter dari 23 data yang digunakan yang terdiri dari 61% data tidak memenuhi standar S-44 IHO dan 39% data masuk kedalam kriteria standar S-44 IHO. Dari data kedalaman 10.1 sampai dengan 20 meter memiliki ketelitian 4,06 meter dari 32 data yang digunakan yang terdiri dari 100% data tidak memenuhi standar S-44 IHO. Dari data kedalaman 20,1 sampai dengan 30 meter memiliki ketelitian 7,62 meter dari 30 data yang digunakan yang terdiri dari 90% data tidak memenuhi standar S-44 IHO dan 10% data masuk kedalam kriteria standar S-44 IHO.

SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah Metode SDB bisa diaplikasikan di lokasi lain dengan pemilihan lokasi perairan yang cukup landai dengan kondisi perairan yang cukup jernih, sehingga hasil ekstraksi yang didapat memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dan ketersediaan data lapangan sebagai data insitu sangat penting untuk mendukung pemodelan empirik yang dilakukan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arya. (2016). Ekstraksi Kedalaman Laut Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Perairan Teluk Belangbelang Mamuju Provinsi Sulawesi Barat). *Jurnal HIDROPILAR*, 2(1), 15-25. DOI:10.37875/hidropilar.v2i1.39.
- Bobsaid, M. W., & 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), A641-A644. DOI:10.12962/j23373539.v6i2.24182.
- Danoedoro, P. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- IHO. (2008). *Standards For Hydrographic Surveys 5th Edition, Special Publication No 44*. Monaco.
- Kanno. (2011). Shallow Water Bathymetry From Multispectral Satellite Images. *Coastal Engineering Journal*, 431-450.

- Penggalih, A. (2017). *Analisis Batimetri Perairan Dangkal Menggunakan Citra Satelit SPOT-7 (Studi Kasus Perairan Teluk Sabang)*. Skripsi, Program Studi S1 Hidrografi, STTAL.
- Poerbandono, D. E., & Djunarsjah, E. (2005). *Survei Hidrografi*. Bandung: Refika Aditama.
- Risti, A. (2010). Memotong Citra, Koreksi Radiometrik, dan Koreksi Geometrik. *Katalog Geografi*, 17.
- Santoso, A. I. (2008). *Kajian Pulau-Pulau Terluar Untuk Menentukan Batas Wilayah Maritim Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Pulau Nipa, Provinsi Kepulauan Riau)*. Tesis Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Setiawan, K. T., Osawa, T., & Nuarsa, I. W. (2013). *Aplikasi Algoritma Van Hengel dan Spitzer Untuk Ekstraksi Informasi Batimetri Menggunakan Data Landsat-8*. Jakarta: LAPAN .
- Sirait, R. (2015). *Ekstraksi Kedalaman Laut Untuk Mendukung Daerah Latihan Pendaratan Pasukan Dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jarak Jauh dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Pulau Damar Provinsi DKI Jakarta)*. Skripsi, Program Studi S1 Hidros, STTAL.
- Susilo. (2008). *Dasar-Dasar Penginderaan Jauh Kelautan*. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.
- Sutanto. (1992). *Penginderaan Jauh Dasar I*. Yogyakarta Gadjah Mada University Press.

