

ANALISIS DATA BATIMETRI PERAIRAN DANGKAL MENGGUNAKAN CITRA SATELIT SPOT-7 (STUDI KASUS PERAIRAN TELUK SABANG)

Ageng Penggali¹, Agus Iwan S², Maryani Hartuti³, Tasdik Mustika Alam⁴

¹Mahasiswa Program Studi S1 Hidrografi, STTAL

²Peneliti dari Pusat Hidro-Oceanografi Angkatan Laut, Pushidrosal

³Peneliti dari Pusat Pusat Penginderaan jauh LAPAN

⁴Dosen Pengajar Prodi S1 Hidrografi, STTAL

ABSTRAK

PUSHIDROSAL adalah lembaga yang mengemban tugas untuk menyediakan peta laut yang digunakan untuk bernavigasi di laut. Penginderaan jauh memberikan solusi untuk melakukan updating peta pada area perairan dangkal secara efektif dan efisien. Tulisan ini membahas analisis data batimetri perairan dangkal menggunakan citra satelit SPOT-7, untuk mengetahui hasil ekstraksi nilai kedalaman pada perairan laut dangkal menggunakan metode Random Forest yang memasukkan 5 algoritma yaitu: LYZ, KNW, SMP, TNP, dan STR, serta mengetahui nilai akurasi jika dibandingkan dengan data lapangan. Hasil terbaik didapatkan melalui model algoritma STR dimana pada rentang kontur 0-2 meter RMSE; 0,51 masuk kriteria ketelitian orde khusus; 47,62%, pada rentang kontur 2,1-5 meter RMSE; 0,48 masuk kriteria ketelitian orde khusus; 53,23%, pada rentang kontur 5,1-10 meter RMSE; 0,81 masuk kriteria ketelitian orde khusus; 52,27%, pada rentang kontur 10,1-20 meter RMSE; 0,59 masuk kriteria ketelitian orde khusus; 54%. Hasil ekstraksi kedalaman dapat digunakan untuk pemetaan perairan dangkal dengan klasifikasi orde khusus pada kedalaman 0 meter sampai dengan 20 meter.

Kata Kunci : Batimetri, Perairan Dangkal, Citra Satelit SPOT-7.

ABSTRACT

PUSHIDROSAL is an institution that has a responsibility to provide the chart that used for navigation at the sea. Remote sensing gives a solution to provide chart updating at shallow waters effectively and efficiently. This paper examine shallow water bathymetry data analysis using SPOT-7 satellite imagery to obtain the extraction result for bathymetry value using Random Forest method that use 5 algorithm types, i.e. : LYZ, KNW, SMP, TNP, and STR, as well as find out the accuracy compared to field data. The best result obtained from STR algorithm model where at the depth interval 0-2 m has an RMSE value 0,51, data amount with special order classification 47,62%, at the depth interval 2,1-5 m has an RMSE value 0,48, data amount percentage with special order classification 53,23%, at the depth interval 5,1-10 m has an RMSE value 0,81, data amount with special order classification 52,27%, at the depth interval 10,1-20 m has an RMSE value 0,59, data amount percentage with special order classification 54%. The Bathymetry extraction result can be used for shallow water charting with special order classification at the depth interval 0-20 m.

Keywords : Bathymetry, Shallow Waters, Satellite Imagery SPOT-7.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim, dengan luas wilayah perairan 6.315.222 km² dengan panjang garis pantai 99.093 km² serta jumlah pulau 13.466 pulau yang bernama dan berkoordinat (www.big.go.id). Dengan kondisi wilayah yang sangat luas diperlukan pemetaan laut yang selalu *update* untuk menjamin keselamatan pelayaran. Peta-peta yang digunakan sehari-hari dalam dunia pelayaran adalah peta buatan Belanda. PUSHIDROSAL berkaitan dengan tugas yang diemban dalam menyiapkan dan menyediakan data hidro-oseanografi yang akurat dan terpercaya telah melaksanakan *updating* peta-peta tersebut sekitar 40% melalui survei dan pemetaan yang telah dilaksanakan (<http://www.dishidros.go.id/berita/2017-02/10>).

Metode yang umum digunakan untuk survei batimetri selama ini menggunakan metode akustik, kekurangan dalam metode ini membutuhkan waktu, biaya dan tingkat kerawanan yang tinggi. Dengan kemajuan teknologi yang semakin berkembang, teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) menggunakan citra satelit 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 personal dan material.

Pemetaan batimetri menggunakan teknologi penginderaan jauh dengan 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. 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).

Identifikasi permasalahan dari penelitian ini berupa analisis hasil yang diperoleh dari metode yang digunakan terhadap keakuratan data batimetri yang dihasilkan dibandingkan dengan data lapangan yang berupa *raw data*. Sedangkan batasan yang ditetapkan dalam penelitian ini berupa proses ekstraksi kedalaman dari citra satelit dan analisis dari hasil akhir yang kemudian dibandingkan dengan data lapangan yang berupa *raw data* batimetri.

METODE

Dalam Penelitian ini Data yang digunakan adalah data citra satelit SPOT-7

level ortho waktu perekaman tanggal 11 Oktober 2016. Data pembanding yang digunakan adalah data sekunder *raw data* batimetri Perairan Teluk Sabang, pengambilan data tanggal 15 November 2016. Daerah penelitian dilaksanakan di Perairan Teluk Sabang, Pulau Weh yang merupakan pulau terbesar di kepulauan Kota Sabang. Wilayah Kota Sabang berada pada 95°13'02"-95°22'36" BT, dan 05°46'28"-05°54'-28" LU. Mengacu kejadian tsunami di Aceh, Kota Sabang dijadikan sebagai tempat transit udara dan laut yang membawa bantuan untuk korban bencana. Dalam kondisi darurat diperlukan survei cepat bathimetri untuk mengetahui kondisi terkini dari perairan teluk sabang. Ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Daerah Penelitian.

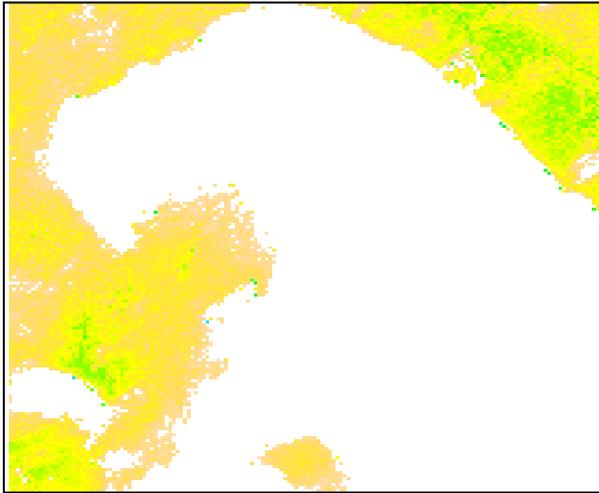
Beberapa tahap yang dilakukan dalam pengolahan data antara lain, koreksi atmosferik, penentuan klasifikasi laut dalam dan laut dangkal, validasi silang berupa grafik regresi antar algoritma yang digunakan, ekstraksi nilai prediksi kedalaman, dan validasi data kedalaman, dengan penjabaran sebagai berikut :

Koreksi Atmosferik

Koreksi atmosferik dilakukan untuk mengurangi pengaruh atmosfer (penghamburan dan penyerapan), *noise* pada waktu transmisi data, perubahan cahaya, radiasi dan buramnya bagian optik pada sistem pencitraan yang dapat menyebabkan distorsi radiometrik. Koreksi radiometrik biasanya dilakukan pada kanal *visible* ($\lambda = 0,4 - 0,7 \mu m$), sedangkan kanal inframerah ($\lambda > 0,7$) sebagian besar bebas dari pengaruhnya.

Koreksi radiometrik dilakukan dengan metode penyesuaian histogram (*histogram adjustment*), yaitu dengan mengurangi nilai kanal terdistorsi ke arah kiri sehingga nilai minimumnya menjadi nol. Secara matematis,

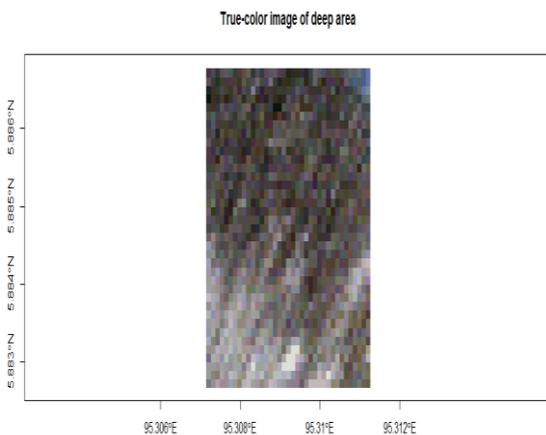
koreksi pengaruh atmosfer dengan penyesuaian histogram dapat dilihat pada persamaan di bawah ini :
 $DN_{i,j,k}(\text{output:tekoreksi}) = DN_{i,j,k}(\text{input:asli}) - \text{bias}$
 Visualisasi disajikan pada Gambar 2.



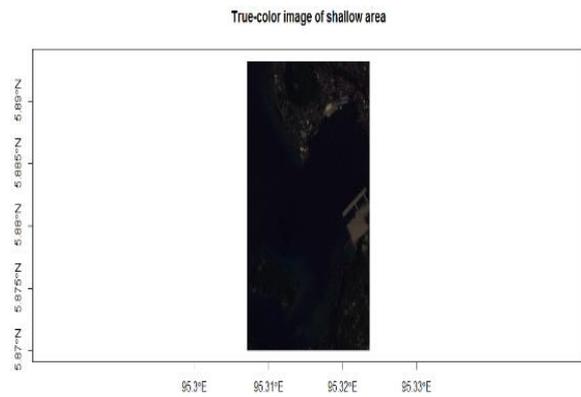
Gambar 2. Visualisasi Koreksi Atmosferik.

Penentuan Area Laut Dalam dan Laut Dangkal

Pada tahap ini dilakukan penentuan area laut dalam dan dangkal dilakukan berdasarkan *input offset* pada *script* untuk mengelompokkan kenampakan yang homogen pada laut dalam maupun laut dangkal, sehingga pada tahap identifikasi piksel oleh program akan menghitung dan memasukkan hasil identifikasi nilai prediksi kedalaman berdasarkan data input yang berupa data batimetri lapangan (*raw data*) dimana *raw data* ini merupakan variabel pembangkit model prediksi kedalaman. Terlihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Hasil Penentuan Nilai Homogen Laut Dalam.

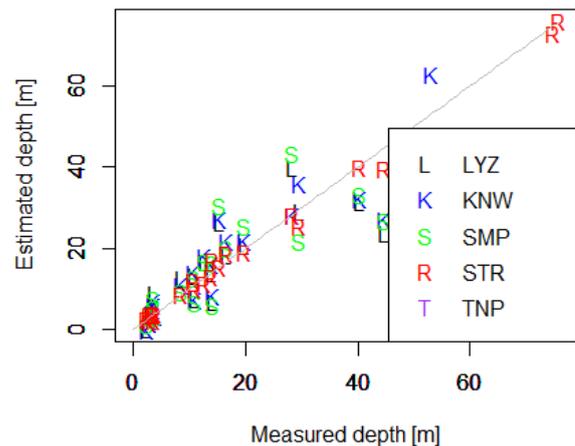


Gambar 4. Hasil Penentuan Nilai Homogen Laut Dangkal.

Validasi Silang Antar Algoritma

Yang dimaksud dengan validasi silang disini adalah melakukan regresi antara nilai prediksi kedalaman dengan data *insitu*. Nilai prediksi kedalaman diperoleh berdasarkan algoritma yang digunakan pada metode random forest ini, dalam hal ini ada lima algoritma yang digunakan untuk SDB, yaitu LYZ, KNW, SMP, STR, TNP dari kelima algoritma tersebut didapatkan grafik regresi yang menunjukkan algoritma mana yang mendapatkan hasil terbaik, disajikan pada Gambar 5.

Validation result for 1 th trial



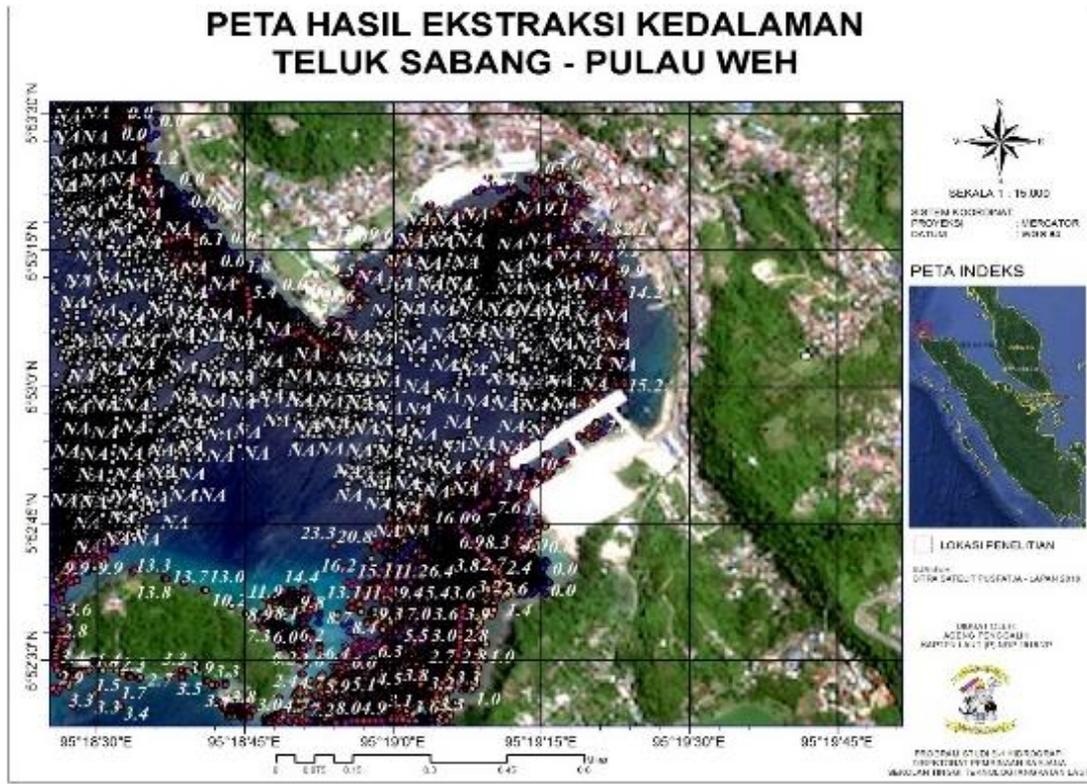
Gambar 5. Hasil Validasi Silang Antar Algoritma

Ekstraksi Nilai Prediksi Kedalaman

Pada tahap ini dilakukan ekstraksi nilai prediksi kedalaman berdasarkan algoritma yang terbaik. Selanjutnya hasil *output* nilai prediksi kedalaman tersebut disimpan dalam bentuk format CSV yang terdiri dari: data posisi koordinat (lintang-bujur) dan prediksi kedalaman; pasangan data prediksi kedalaman dengan data lapangan yang berada dalam satu piksel yang terdiri dari

beberapa titik sampel nilai RMSE dari tiga percobaan validasi silang. Pasangan data yang berupa titik *sample* dimaksudkan untuk

memudahkan dalam proses perhitungan nilai *error* dan klasifikasi orde, hasil ekstraksi divisualisasikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Visualisasi Area yang Berhasil Diekstraksi Nilai Kedalamannya.

Validasi Data Kedalaman

Tahap validasi merupakan tahap akhir dalam proses ini, dimana data prediksi kedalaman dibandingkan dengan data lapangan. Dalam tahap sebelumnya telah dijelaskan hasil yang berupa pasangan data nilai prediksi kedalaman dengan data lapangan sejumlah beberapa titik *sample*. Selanjutnya ditentukan nilai eror dari masing-masing pasangan data tersebut yang kemudian diklasifikasikan kedalam orde.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara keseluruhan, hasil ekstraksi kedalaman menggunakan citra satelit menghasilkan nilai titik kedalaman sebanyak 21.979 data dengan rincian: nilai kedalaman antara 0-2 meter sebanyak 1.887 data, nilai kedalaman antara 2,1-5 meter sebanyak 2.668 data, nilai kedalaman antara 5,1-10 meter sebanyak 3.571 data, nilai kedalaman antara

10,1-20 meter sebanyak 4.153 data, nilai kedalaman antara 20-25 meter sebanyak 1.598 data, nilai yang tidak terbaca NA (*Not Available*) sebanyak 8.102 data. Hasil validasi silang tiap algoritma berupa nilai *RMSE* (*Root Mean Square Error*), sebesar 6,3348258 untuk algoritma LYZ, 5,71413 untuk algoritma KNW, 130,8657 untuk algoritma SMP, 5,9665053 untuk algoritma TNP, dan 1,02 untuk algoritma STR.

Dari nilai *RMSE* tersebut maka model dengan akurasi yang terbaik didapatkan dengan algoritma STR. Ketelitian yang dihasilkan dari algoritma STR dengan rentang kontur 0-2 meter *RMSE*; 0,51 masuk kriteria ketelitian orde khusus; 47,62%, kriteria ketelitian orde 1A dan 1B; 19,05%, kriteria ketelitian orde 2; 28,57%, tidak masuk orde ketelitian; 4,76%, pada rentang kontur 2,1-5 meter *RMSE*; 0,48 masuk kriteria ketelitian orde khusus; 53,23%, kriteria ketelitian orde 1A dan 1B; 19,35%, kriteria ketelitian orde 2; 24,19%, tidak masuk orde ketelitian; 3,23%, pada rentang kontur 5,1-10 meter *RMSE*; 0,81 masuk kriteria

ketelitian orde khusus; 52,27%, kriteria ketelitian orde 1A dan 1B; 11,36%, kriteria ketelitian orde 2; 11,36%, tidak masuk orde ketelitian; 25%, pada rentang kontur 10,1-20 meter RMSE; 0,59 masuk kriteria ketelitian orde khusus; 54%, kriteria ketelitian orde 1A dan 1B; 27%, kriteria ketelitian orde 2; 12%,

tidak masuk orde ketelitian; 7%, pada rentang kontur 20,1-25 meter RMSE; 0,63 masuk kriteria ketelitian orde khusus; 31,25%, kriteria ketelitian orde 1A dan 1B; 21,88%, kriteria ketelitian orde 2; 34,38%, tidak masuk orde ketelitian; 12,5% disajikan pada Tabel 1.

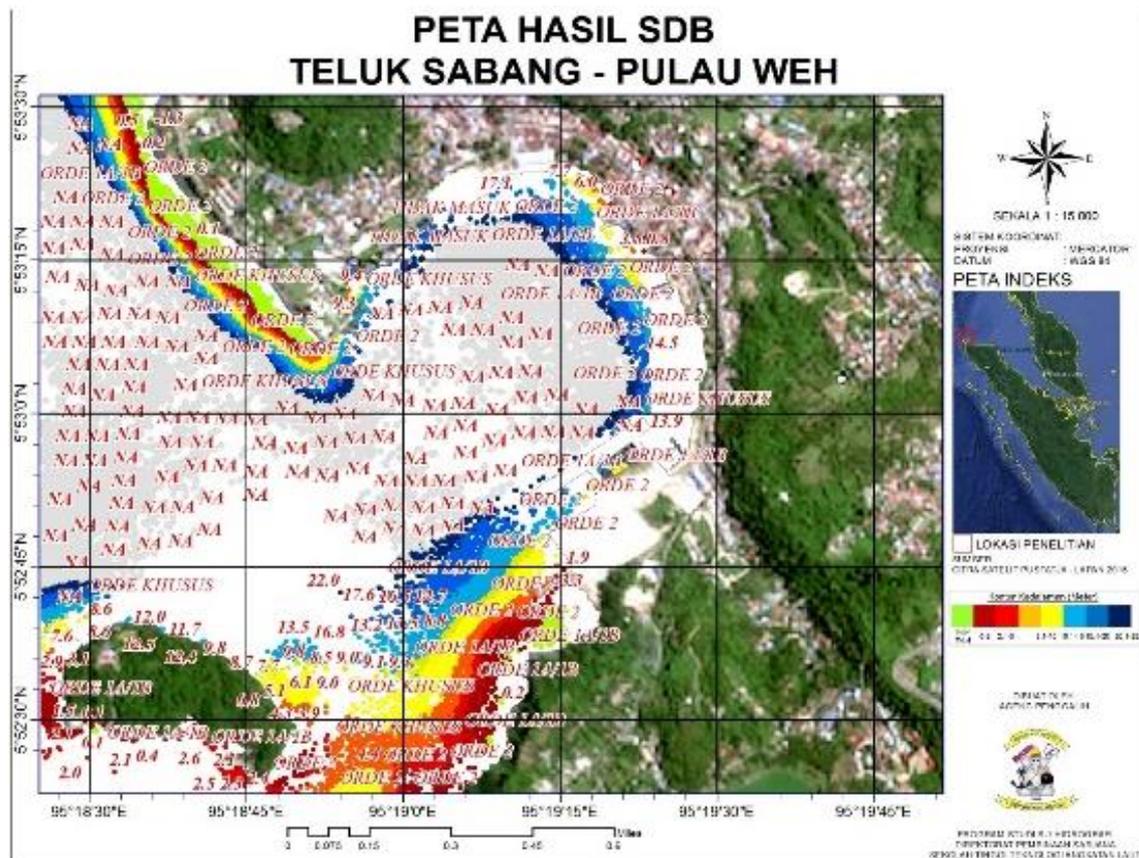
Tabel 1. Ketelitian dari model algoritma terbaik STR

NO	DATA KEDALAMAN (METER)	JUMLAH DATA	ORDE			TIDAK MASUK	RMSE
			KHUSUS	1A dan 1B	2		
1	0-2	1.887	47,62%	19,05%	28,57%	4,76%	0,51
2	2,1-5	2.668	53,23%	19,35%	24,19%	3,23%	0,48
3	5,1-10	3.571	52,27%	11,36%	11,36%	25%	0,81
4	10,1-20	4.153	54%	27%	12%	7%	0,59
5	20,1-25	1.598	31,25%	21,88%	34,38%	12,5%	0,63

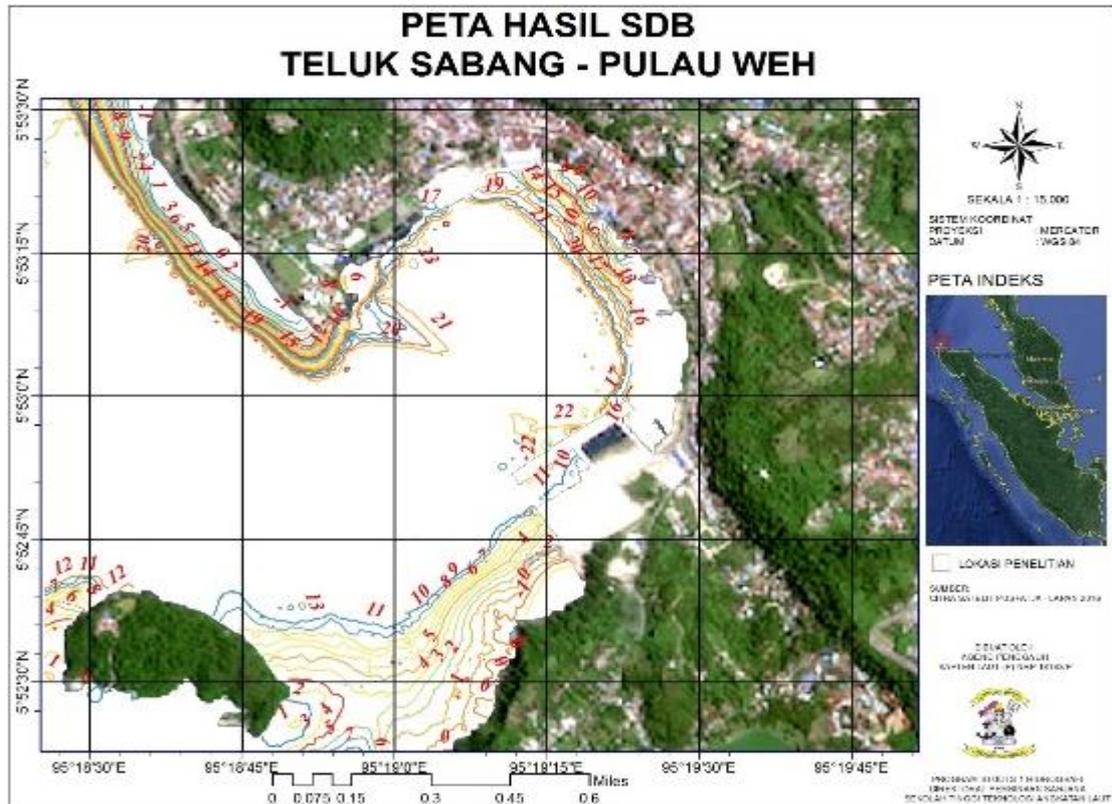
Hasil akhir dari proses ekstraksi kedalaman dengan menggunakan citra satelit,

berupa peta batimetri ditampilkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Gambar 7. Visualisasi Peta Berupa Titik.



Gambar 7. Visualisasi Peta Berupa Garis.



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan, analisis dan interpretasi data yang diperoleh dengan melakukan ekstraksi kedalaman laut dari data citra satelit SPOT-7 yang kemudian dibandingkan dengan data lapangan yang berupa raw data pada studi kasus perairan dangkal Teluk Sabang, dapat disimpulkan ekstraksi kedalaman dari data citra satelit SPOT-7 dengan Metode Random Forest (RF), hasil terbaik didapatkan dengan model algoritma STR dengan nilai RMSE; 1,02. Hasil uji akurasi secara vertikal (TVU) nilai kedalaman dengan rentang kontur 0-2 meter RMSE; 0,51 masuk kriteria ketelitian orde khusus; 47,62%, pada rentang kontur 2,1-5 meter RMSE; 0,48 masuk kriteria ketelitian orde khusus; 53,23%, pada rentang kontur 5,1-10 meter RMSE; 0,81 masuk kriteria ketelitian orde khusus; 52,27%, pada rentang kontur 10,1-20 meter RMSE; 0,59 masuk kriteria ketelitian orde khusus; 54%. Hasil ekstraksi kedalaman dapat digunakan untuk pemetaan perairan dangkal dengan klasifikasi orde khusus pada kedalaman 0 meter sampai dengan 20 meter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menghaturkan ucapan terimakasih kepada Pusat Pemanfaatan

Penginderaan Jauh-LAPAN atas penyediaan data SPOT-7 dan data survei lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arya. 2015. *Ekstraksi Kedalaman Laut Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Perairan Teluk Belangbelang Mamuju Provinsi Sulawesi Barat)*. Tugas Akhir. STTAL. Jakarta.
- Arya, Winarso G., dan Santoso A.I. 2016. *Evaluasi Akurasi Ekstraksi Kedalaman Laut Dengan Metode Lyzenga dan Modifikasinya menggunakan Data SPOT-7 di Teluk Belangbelang Mamuju*. Jurnal Ilmiah Geomatika, volume 22, No.1, halaman 09-19. UNDIP. Semarang.
- Breiman, Leo. 2001. *Random Forests*. CA 94720. Statistics Department University of California. Berkeley.
- Catatan Kuliah, Pustekdata-LAPAN. 2016. *Pengenalan Teknologi Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital*. Pustekdata-LAPAN. Jakarta.

- CSPWG MEETING. 2015. *Satellite Derived Bathymetry*. Paper for Consideration CSPCWG10-08.7A. UK.
- Danoedoro, P. 2012. *Buku Pengantar Penginderaan Jauh*. ISBN:978-979-29-3112-9. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- IHO-IOC. 2015. *GEBCO Cook Book*. IHO Publication B-11. Monaco.
- IHO. 2008. *Standards for Hydrographic Surveys*. 5th Edition, Special Publication No. 44. International Hydrographic Bureau. Monaco.
- Kanno, A. 2011. *Shallow Water Bathymetry From Multispectral Satellite Images : Extensions Of Lyzenga's Method For Improving Accuracy*. Coastal Engineering Journal, Vol. 53, No. 4, Halaman 431-450. Yamaguchi University. Jepang.
- Manessa, M. D. M., Kanno A., Sekine M., Haidar M., Yamamoto K., Imai T., and Higuchi T. 2016. *Satellite-Derived Bathymetry Using Random Forest Algorithm and Worldview-2 Imagery*. Journal of Geomatics and Planning E-ISSN:2355-6544, Vol. 3, Halaman 117-126. Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University, Ube. Japan.
- Muchlisin Arief, Hartuti M., Asriningrum W., Parwati E., Budiman S., Prayogo T., dan Hamzah R. 2013. *Pengembangan Metode Pendugaan Kedalaman Perairan dangkal Menggunakan Data Satelit SPOT-4 Studi Kasus : Teluk Ratai, Kabupaten Pesawaran*. Jurnal Penginderaan Jauh Vol.10 No.1 Halaman 1-14, Pusfatja-LAPAN. Jakarta.
- Poerbandono. 1999. *Hidrografi Dasar*. Jurusan Teknik Geodesi. Institut Teknologi Bandung.
- Poerbandono dan Djunarsah, E. 2005. *Survei Hidrografi*. Bandung: Refika Aditama.
- Rawi, S. 2012. *Teori Pasang*
- Surut. Diktat Kuliah Jurusan Teknik Hidrografi, STTAL, Jakarta.
- SNI. 2010. *Survei Hidrografi Menggunakan Singlebeam Echosounder*. SNI 7646:2010. Panitia Teknis Informasi Geografis/Geomatika (PT 07-01). Cibinong.
- Tarasov V.G., Gebruk A. V., Mironov A.N., Moskalev L.I. 2005. *Deep-sea and shallow-water hydrothermal vent communities: Two different phenomena?*. *Chemical Geology* 224.1 (2005): 5-39.
- Walpole, Ronald E. 1982. *Introduction to statistics*. 04; QA276. 12, W35. New York.
- <http://pusfatekgan.lapan.go.id/2015/02/Informasi-Satelit-SPOT> diakses tanggal 19 Juli 2017.
- <http://www.dishidros.go.id/berita/2017-02/10> diakses tanggal 20 Juli 2017.