

Analisis Spasial Distribusi SSS Menggunakan Data Citra Landsat 8-OLI Sebagai Pedoman Dalam Mitigasi Korosi Laut (Studi Kasus: Perairan Teluk Kendari)

Nurgiantoro^a, Hamdhana^a

^aProdi Geografi, Universitas Halu Oleo, Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu, Kendari, Indonesia, 93232

* Korespondensi Penulis, E-mail: nurgiantoro@uho.ac.id



Dikirim: 1 Feb 2019;
Diterima: 26 Feb 2019;
Diterbitkan: 28 Feb 2019.

Abstrak. Salinitas (*sea surface salinity*, SSS) merupakan jumlah garam terlarut dalam air laut yang dinyatakan dalam psu. Selain dapat diukur secara insitu, SSS juga dapat diekstrak dari data citra satelit. Studi ini bertujuan memaparkan cara ekstraksi SSS dari data Landsat 8 untuk menentukan distribusi SSS perairan Teluk Kendari. Selanjutnya, distribusi dan polanya dijadikan sebagai pedoman mitigasi korosi akibat air laut terhadap material bangunan pantai. Dalam penelitian ini, SSS diekstraksi menggunakan rasio-kanal dengan panjang gelombang 450-510 nm dan 530-590 nm, selama 5 tahun (2014-2018). Hasilnya menunjukkan rata-rata SSS estimasi 2014-2018 adalah 8,583 psu, 8,612 psu, 8,627 psu, 8,273 psu, dan 8,372 psu; secara berurutan. Di laut terbuka, kisaran salinitas umumnya bernilai 33-37 psu dan ini sangat konstan. Limpasan sungai dan curah hujan yang tinggi merupakan faktor utama rendahnya SSS perairan di Teluk Kendari.

Kata kunci: Bangunan pantai; Korosi; Landsat 8; SSS.

Spatial Analysis of SSS Distribution Using 8-OLI Landsat Imagery As a Guide In Mitigating of Marine Corrosion (Case Study: Kendari Bay Waters)

Abstract. Sea surface salinity (SSS) is the amount of dissolved salt in sea water expressed in psu. Besides being able to be measured directly on the field, SSS could also be extracted from satellite image data. This study objective is to explain how SSS is extracted from Landsat 8 data to determine the distribution of SSS in Kendari Bay waters. Furthermore, distribution and patterns are used as guidelines for mitigating corrosion due to seawater on coastal building materials. In this study, SSS was extracted using channel-ratios with wavelengths of 450-510 nm and 530-590 nm, for 5 years (2014-2018). The results show that in 2014-2018 the estimated-SSS was 8,583 psu, 8,612 psu, 8,627 psu, 8,273 psu, and 8,372 psu; respectively. In the open sea, the salinity range is generally in the range of 33-37 psu with relative constant value. River runoff and high rainfall are the main factors in low SSS waters in Kendari Bay.

Keywords: Coastal building; Corrosion; Landsat 8; SSS.

I. PENDAHULUAN

Salinitas permukaan laut adalah indikator kunci dari input air tawar ke lautan pesisir dan mempengaruhi kerapatan air laut, proses fisik dan biokimia [1] serta merupakan variabel yang sangat penting untuk penentuan sirkulasi laut dalam menanggapi pelepasan energi, baik energi potensial maupun gaya yang memaksa [2]. Pengukuran SSS dengan cara mengukur langsung menyediakan data yang akurat. Namun, metode ini cukup mahal dan memakan waktu, serta memiliki

keterbatasan dalam survei spasial-temporal. Oleh sebab itu, metode penginderaan jauh memberikan alternatif untuk observasi SSS dengan keuntungannya yaitu memiliki cakupan luas dan *real time* dalam hal pemantauan. Metode ini cukup diandalkan dalam era saat ini untuk pemantauan kualitas lingkungan bumi, baik darat maupun laut. Sensor spektral yang semakin canggih dan algoritma yang terus dikembangkan, deteksi parameter-parameter fisika, kimia, biologi, yang didalamnya termasuk SSS dapat ditentukan secara akurat menggunakan data *remote sensing* [3]. Kanal

satelit citra penginderaan jauh sistem optik telah digunakan untuk memperkirakan salinitas menggunakan analisis *multivariat* di perairan pantai dan muara, citra Landsat pun telah diadopsi untuk memperkirakan salinitas *estuari* karena resolusi spasialnya yang cukup tinggi 30 meter [4]. Penggunaan data citra satelit penginderaan jauh dengan memanfaatkan kanal spektral *remote sensing* untuk studi *ocean color* telah banyak digunakan di beberapa perairan Indonesia. Diantaranya, yaitu di perairan Pulau Poteran dan Gili Iyang Madura [5], dan di perairan pesisir Bombana Sulawesi Tenggara [6].

Pengamatan salinitas terhadap zona pesisir sangat penting untuk memberikan pengetahuan tentang pencampuran dan pertukaran biogeokimia antara sistem darat dan laut [1]. Selain itu, pemahaman akan pengaruhnya terhadap material bangunan pantai juga tidak kalah pentingnya bagi para perencana yang bergerak dalam bidang infrastruktur, khususnya bagi negara-negara yang memiliki garis pantai seperti Indonesia. Dengan garis pantai sepanjang 99.093 km, dan luas perairannya 3.257.483 km², serta memiliki 16.056 pulau yang bernama dan berkoordinat [7] tentulah membutuhkan usaha yang sangat ekstra dalam pengelolaannya.

Pesisir dan wilayah yang berdekatan dengan darat dan lepas pantai adalah bagian penting dari ekosistem lokal, membentuk teluk dan muara, terkadang mencampurkan air tawar dan asin [8]. Air laut merupakan lingkungan korosif yang mempengaruhi material infrastruktur terutama pada laut yang memiliki salinitas tinggi. Rata-rata air laut di dunia memiliki salinitas sekitar 3.5% (35 g/l). Ini berarti bahwa setiap kilogramnya kira-kira satu liter per volume air laut memiliki sekitar 35 gram garam terlarut, terutama *ion natrium* dan *klorida* [9].

Berfokus pada infrastruktur kelautan, beton adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Sulit untuk menemukan bahan pengganti untuk konstruksi yang sesuai dengan ketahanan materialnya [9]. Di Indonesia sendiri, bahan material tersebut banyak digunakan untuk membangun pelabuhan, terminal, dermaga, dan pelidung pantai sebagai bagian pendukung program tol laut yang menjadi prioritas Bangsa Indonesia dewasa ini [10]. Sehingga dengan demikian, pembangunan infrastruktur kelautan di Indonesia haruslah tetap memperhatikan pengaruh air laut, khususnya salinitas sebagai proses fisik yang merusak kualitas lingkungan dan daya tahan struktur serta bahannya.

Perairan Teluk Kendari merupakan wilayah perairan dengan tingkat pelayaran yang tergolong sibuk. Beberapa pelabuhan yang melayani bongkar muat penumpang maupun barang dari dan ke Kota Kendari berada pada wilayah ini. Kondisi lingkungan teluk telah mengalami penurunan yang sangat signifikan. Disamping kondisi tersebut, wilayah ini telah mengalami banyak perubahan. Banyak infrastruktur yang dibangun dalam perairan teluknya, seperti jembatan Teluk Kendari sepanjang 2 km, Masjid Al Alam, dan bangunan reklamasi. Sehingga

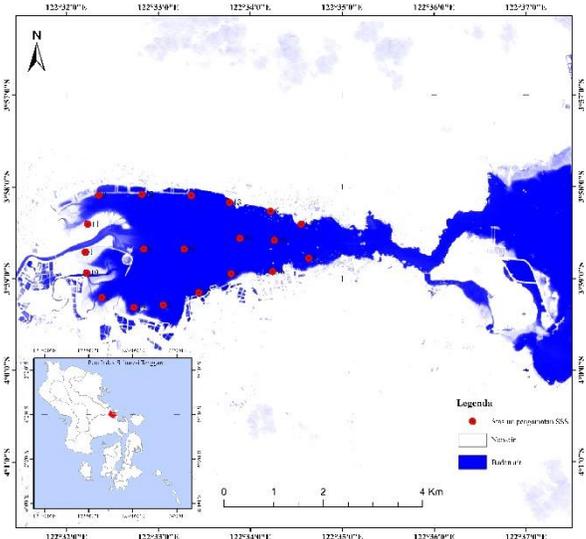
pemantauan SSS perairannya menjadi penting sebab berkaitan dengan bahan material infrastruktur yang terbangun.

Studi ini bertujuan menentukan distribusi SSS dengan memanfaatkan data spektral Landsat 8 (L8), dan pemantauan terhadap pola sebarannya. Distribusi dan pola yang dihasilkan dijadikan sebagai pedoman mitigasi korosi air laut, dengan cara mengulas dari berbagai penelitian-penelitian terdahulu tentang pengaruh salinitas terhadap bahan material bangunan pantai.

II. METODOLOGI

2.1 Studi area

Lokasi penelitian berada di wilayah perairan Teluk Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara. Secara geografis terletak antara 122° 32' 00"-122° 37' 00" E dan 03° 58' 00"-04° 00' 00" S. Keberadaan teluk tepat di jantung Kota Kendari, membentang dari barat ke timur hingga keluar mulut teluk.



Gambar 1. Studi area

2.2 Alat dan bahan

Salinitas permukaan laut diukur menggunakan alat *refractometer* dan *GPS Handheld* digunakan sebagai penanda koordinat sampel. Data spektral kanal tampak L8 dengan temporal tahun 2014-2018 pada *path/row*: 112/63 sebagai bahan ekstraksi pemantauan distribusi SSS.

2.3 Metode penelitian

a) Teknik pengumpulan data

Pengukuran *in situ* SSS dilaksanakan bersamaan lewatnya wahana satelit L8, pengukuran dilakukan antara pukul 09.00-14.00 WITA pada tanggal 13 Mei 2018. Penentuan titik-titik ukur didigitasi melalui *tools* ArcGIS Esri 10.3 sebanyak 20 stasiun. Sedangkan data L8 diperoleh melalui laman <https://espa.cr.usgs.gov>.

b) *Teknik analisis*

Dalam penelitian ini, SSS perairan Teluk Kendari diekstraksi menggunakan kanal 2 (450-510 nm) dan kanal 3 (530-590 nm) L8. Dimana pada studi-studi *ocean color* yang memanfaatkan energi gelombang elektromagnetik, pancaran cahaya dari permukaan perairan terdefinisi pada panjang gelombang *visible* 400-700 nm [11]. Sedangkan untuk studi SSS, oleh Young Baik Son didetailkan dengan nilai *maximum normalized difference carbon index* (MNDCI) menggunakan rasio kanal maksimum antara 412, 443, 490, dan 555 nm. Panjang gelombang tersebut membuat perkiraan lebih akurat daripada menggunakan pendekatan panjang gelombang tunggal terutama untuk perairan yang secara optik tergolong sebagai perairan *case-2* [12] yaitu perairan yang mengandung campuran komponen partikulat organik dan anorganik [13]. Oleh Young Baik Son algoritma SSS tersebut di definisikan sebagai berikut.

$$Salinitas(psu) = 10^{[-0,141x \log_{10}(c_p) + 1,45]} \quad (1)$$

dengan,

$$c_p = 10^{[0,7MNDCI^3 + 0,96MNDCI^2 + 1,14MNDCI - 0,25]} \quad (2)$$

$$MNDCI = \left(\frac{(nLw(555) - \max(nLw(412), nLw(443), nLw(490)))}{(nLw(555) + \max(nLw(412), nLw(443), nLw(490)))} \right) \quad (3)$$

MNDCI sebagaimana persamaan diatas dinyatakan sebagai nilai maksimum *radiance* pada panjang gelombang 412 nm, 443 nm, 490 nm, dan 555 nm [14]. Sehingga dalam penelitian ini nilai *ToA spectral radiance* dianalisis menggunakan persamaan berikut.

$$L_\lambda = M_L Q_{cal} + A_L \quad (4)$$

dimana, L_λ adalah *ToA spectral radiance* [Watts/(m²srad.µm)]. M_L adalah *Band-specific multiplicative rescaling factor from the metadata* (RADIANCE_MULT_BAND_x, di mana x adalah kanal yang diolah). A_L adalah *Band-specific additive rescaling factor from the metadata* (RADIANCE_ADD_BAND_x), dan Q_{cal} adalah *Quantized and calibrated standard product pixel values* (DN).

Teknik analisis selanjutnya yaitu melakukan uji akurasi dengan persamaan:

$$RE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{x_{esti,i} - x_{meas,i}}{x_{meas}} \right| 100\% \quad (5)$$

dimana, $x_{esti,i}$ dan $x_{meas,i}$ adalah nilai estimasi dan nilai *in situ* dengan N adalah banyaknya data [5]. Apabila RE memenuhi < 30% maka algoritma Son merepresentasikan SSS perairan Teluk Kendari. Namun jika hasilnya adalah sebaliknya, dapat dikatakan

bahwa algoritma tersebut kurang signifikan terhadap parameter ujinya. Penilaian keakuratan algoritma umumnya juga menggunakan *root mean square error* (RMSE) dengan persamaan sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{esti,i} - x_{meas,i})^2}{N}} \quad (6)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Data penelitian*

Hasil pengukuran SSS *in situ* tanggal 13 Mei 2018 di perairan Teluk Kendari adalah sebagai berikut.

TABEL 1. DATA SSS IN SITU PERAIRAN TELUK KENDARI

Sta	Koordinat		SSS (psu)
	E	N	
1	122,537	-3,979	16
2	122,565	-3,976	19
3	122,537	-3,973	19
4	122,547	-3,968	10
5	122,563	-3,970	11
6	122,555	-3,978	6
7	122,576	-3,973	3
8	122,571	-3,982	3
9	122,557	-3,986	14
10	122,546	-3,989	10
11	122,537	-3,982	6
12	122,540	-3,987	3
13	122,571	-3,976	4
14	122,551	-3,988	10
15	122,563	-3,982	4
16	122,577	-3,980	7
17	122,570	-3,971	10
18	122,556	-3,968	11
19	122,539	-3,968	16
20	122,547	-3,978	6

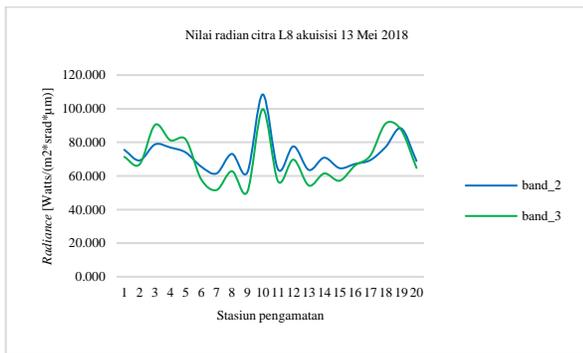
sedangkan data L8 yang diolah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

TABEL 2. DATA CITRA L8

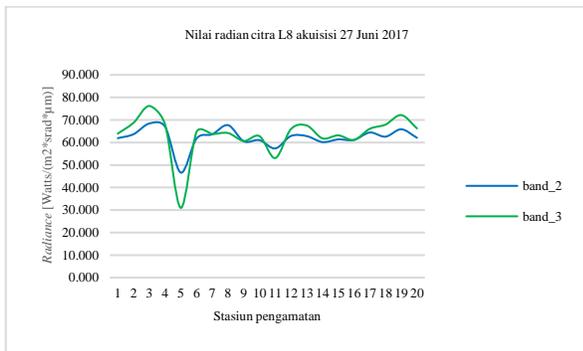
Acquisition date	File name	Cloud cover (%)	Data type
13/05/18	LC08_L1TP_112063_201	44,39	L1TP
	80513_20180517_01_T1		
27/06/17	LC08_L1TP_112063_201	41,20	L1TP
	70627_20170714_01_T1		
08/06/16	LC08_L1TP_112063_201	12,54	L1TP
	60608_20170324_01_T1		
21/05/15	LC08_L1TP_112063_201	23,97	L1TP
	50521_20170408_01_T1		
18/05/14	LC08_L1TP_112063_201	30,48	L1TP
	40518_20170422_01_T1		

3.2 Koreksi data L8

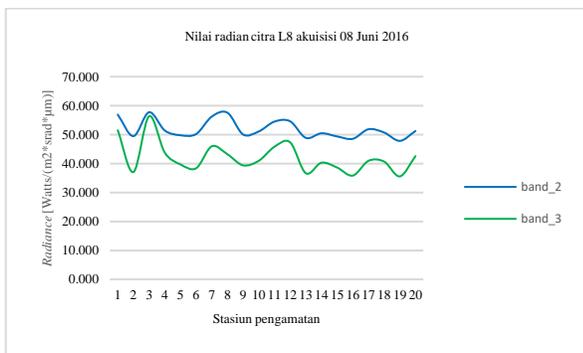
Citra yang di *publish* oleh USGS EROS pada umumnya masih dalam bentuk *digital number* (*file mentah*) yang belum diproses berdasarkan nilai spektral radian sesungguhnya. Agar dapat digunakan dalam analisis-*analisis* selanjutnya, kondisi tersebut harus dikalibrasi baik ke radian atau ke reflektan, dan pada studi ini spektral radian menjadi data yang dibutuhkan dalam ekstraksi SSS perairan Teluk Kendari. Nilai hasil kalibrasi pada kanal 2 dan kanal 3 berdasarkan persamaan (4) untuk masing-masing tanggal perekaman adalah seperti pada gambar berikut ini.



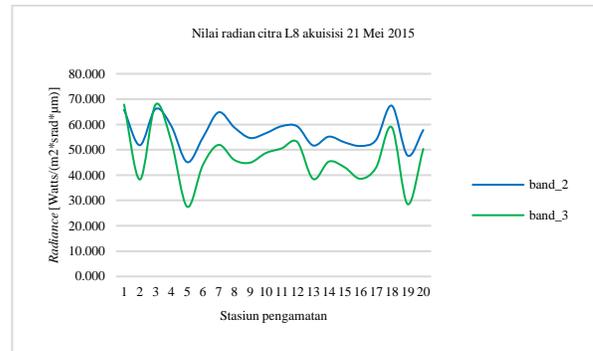
(a)



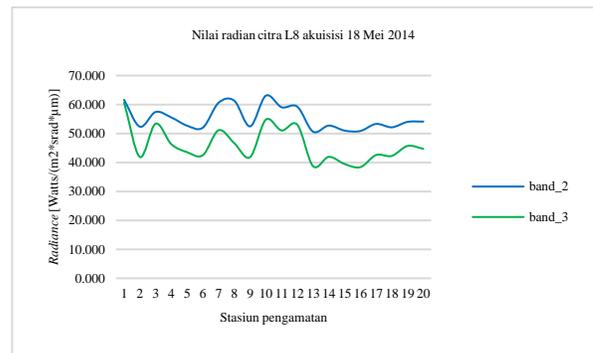
(b)



(c)



(d)

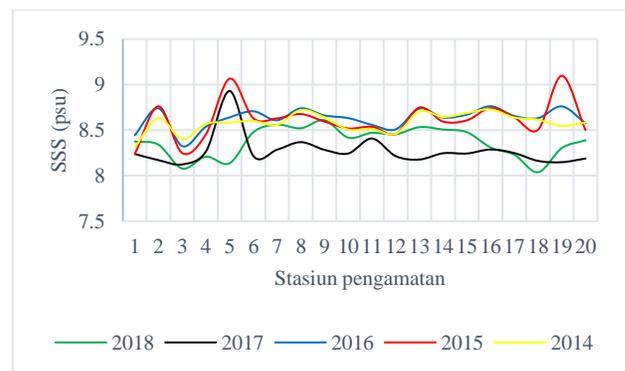


(e)

Gambar 2. (a) Kalibrasi kanal 2 dan kanal 3 L8 akuisisi 2018/05/13; (b) Kalibrasi kanal 2 dan kanal 3 L8 akuisisi 2017/06/27; (c) Kalibrasi kanal 2 dan kanal 3 L8 akuisisi 2016/06/08; (d) Kalibrasi kanal 2 dan kanal 3 L8 akuisisi 2015/05/21; (e) Kalibrasi kanal 2 dan kanal 3 L8 akuisisi 2014/05/18.

3.3 Ekstraksi salinitas dari citra L8

Pengekstraksian salinitas dari citra L8 dilakukan dengan menggunakan aplikasi *SNAP tools*. Aplikasi ini merupakan aplikasi pengolah citra milik *The European Space Agency* (ESA) disediakan secara *open source* di laman <http://step.esa.int> dan cukup baik untuk pengolahan-pengolahan data satelit penginderaan jauh berbasis spektral. Hasil ekstraksi salinitas perairan Teluk Kendari masing-masing tanggal perekaman (2014-2018) menggunakan persamaan (1) adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik SSS estimasi Teluk Kendari tahun 2014-2018

SSS pada gambar 3 di atas masih bersifat tentatif, untuk itu, hasil tersebut harus diuji akurasi berdasarkan persamaan (5). Pegujian ini membutuhkan salinitas *in situ* sebagai pembanding dari hasil ekstraksinya.

Nilai *relative error*, $RE < 30\%$ akan menyimpulkan bahwa masing-masing data merepresentatifkan satu dengan yang lainnya. Uji akurasi salinitas hasil ekstraksi citra L8 di perairan Teluk Kendari diuji dengan nilai salinitas *in situ* yang diukur pada waktu L8 melakukan perekaman di lokasi yang menjadi objek penelitian (tanggal 13 mei 2018) dan hasil ujinya menunjukkan $RE_{hitung} = 64,231\%$ ($RE > 30\%$) dengan RMSE 5,29 psu. Dengan demikian, algoritma Son kurang signifikan terhadap SSS perairan Teluk Kendari.

TABEL 3. SSS ESTIMASI AKUISISI 2014-2018

Sta	Koordinat		SSS (psu)	
	E	N	estimasi	<i>in situ</i>
1	122,537	-3,979	8,375	16
2	122,565	-3,976	8,340	19
3	122,537	-3,973	8,079	19
4	122,547	-3,968	8,209	10
5	122,563	-3,970	8,137	11
6	122,555	-3,978	8,478	6
7	122,576	-3,973	8,560	3
8	122,571	-3,982	8,521	3
9	122,557	-3,986	8,609	14
10	122,546	-3,989	8,418	10
11	122,537	-3,982	8,471	6
12	122,540	-3,987	8,455	3
13	122,571	-3,976	8,533	4
14	122,551	-3,988	8,507	10
15	122,563	-3,982	8,478	4
16	122,577	-3,980	8,310	7
17	122,570	-3,971	8,230	10
18	122,556	-3,968	8,038	11
19	122,539	-3,968	8,303	16
20	122,547	-3,978	8,389	6

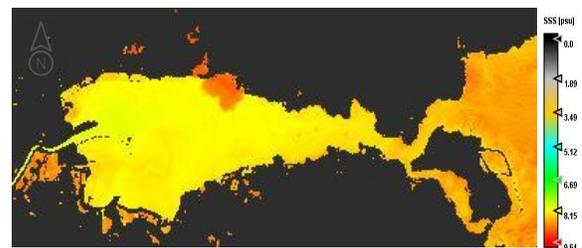
3.4 Pola distribusi salinitas Teluk Kendari

Berdasarkan hasil ekstraksi citra L8 pada perairan Teluk Kendari, rata-rata nilai SSS estimasi dengan menggunakan rasio panjang gelombang kanal 2 dan kanal 3 pada masing-masing akuisisi 2014-2018 adalah 8,583 psu, 8,612 psu, 8,627 psu, 8,273 psu, dan 8,372 psu. Sedangkan SSS rata-rata dalam 5 tahun sebesar 8,493 psu. Nilai-nilai tersebut di atas merupakan rata-rata dari ke-20 stasiun pengamatan.

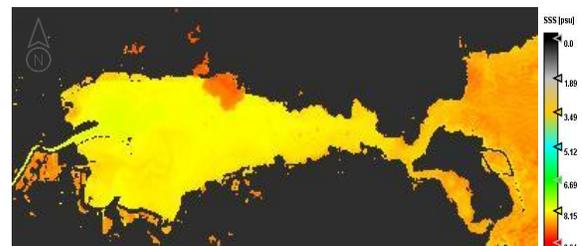
Di laut terbuka (*ocean*), kisaran salinitas umumnya dari 33 psu hingga 37 psu dan ini sangat konstan [15]. Jika diperhatikan maka SSS di area studi berbeda sekitar 24 psu dari salinitas globalnya, hal ini tentu tidak untuk menjadi perdebatan, sebab variasi nilai salinitas dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya ialah suhu sebagai faktor utama, kemudian evaporasi, limpasan sungai, curah hujan,

dan pencairan es [16]. Rendahnya nilai SSS di perairan Teluk Kendari dikarenakan banyaknya sungai yang bermuara di wilayah ini, sungai Wanggu yang berada di barat teluk adalah penyumbang debit terbanyak dibandingkan dengan sungai lainnya.

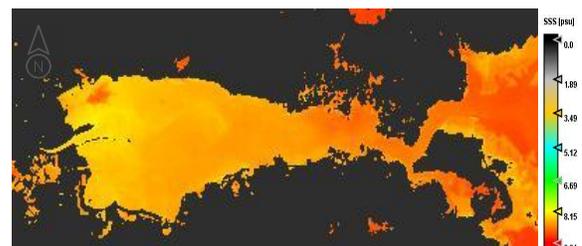
Pola distribusi SSS perairan Teluk Kendari selama 5 tahun terakhir tidak banyak mengalami perubahan. Namun ditahun 2017-2018 salinitasnya terpantau menurun dari tahun-tahun sebelumnya meskipun nilainya tidak signifikan. Gambar 4 memperlihatkan perbedaan warna pada masing-masing akuisisi, di mana SSS akuisisi tahun 2017-2018 dominan berwarna hijau kekuning-kuningan sedangkan akuisisi 2014-2016 terlihat kuning kemerah-merahan. Penurunan ini pastinya disebabkan oleh beberapa faktor seperti yang telah disebutkan diatas. Namun dapat dijelaskan bahwa limpasan sungai merupakan faktor utama variasi SSS perairan Teluk Kendari, sebab teluk ini menjadi muara dari sungai-sungai besar yang ada di Sulawesi Tenggara. Selain itu, curah hujan yang tinggi pada wilayah ini juga menjadi pengaruh penurunannya. Berikut adalah pola distribusi SSS perairan Teluk Kendari tahun 2014-2018 dalam unit psu.



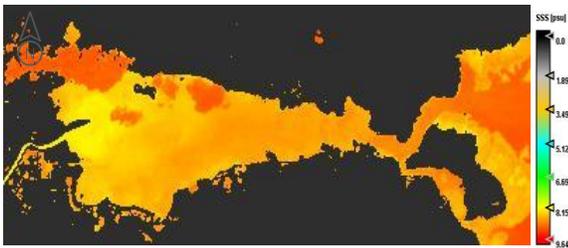
Akuisisi 2018/05/13



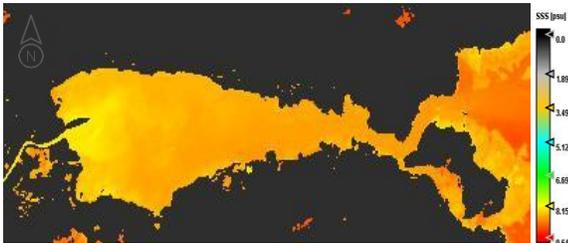
Akuisisi 2017/06/27



Akuisisi 2016/06/08



Akuisisi 2015/05/21

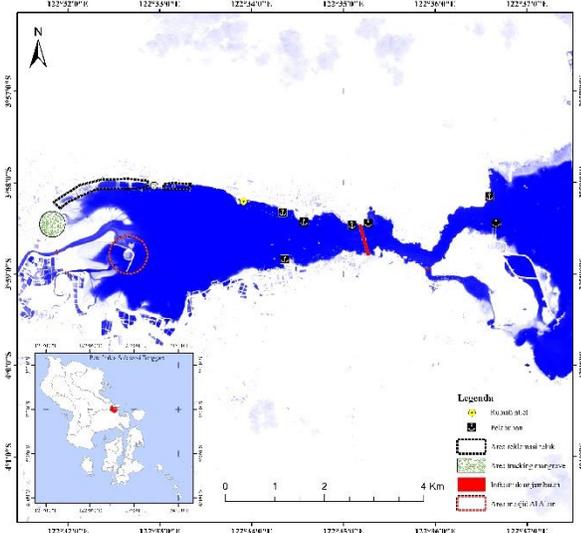


Akuisisi 2014/05/18

Gambar 4. Pola distribusi SSS perairan Teluk Kendari tahun 2014-2018

3.5 Salinitas sebagai bahan korosif laut

Beberapa bangunan pantai seperti tanggul limpasan banjir rob terbangun sepanjang garis pantai Teluk Kendari, termasuk bangunan reklamasi teluk. Bangunan ini dibangun menggunakan material batu gunung dengan pasangan. Bangunan lainnya yang dibangun dalam wilayah ini diantaranya pelabuhan penyeberangan berjumlah 2 dermaga, 2 pelabuhan perikanan, 1 pelabuhan pertamina, 1 pelabuhan *cargo*, dan 1 pelabuhan TNI Angkatan Laut. Beberapa jembatan besar juga terbangun di wilayah ini, tercatat ada 4 jembatan yang telah terbangun dan 1 jembatan *mega project* melintasi teluk masih dalam tahap konstruksi. Bangunan seperti rumah *atlet* juga terbangun dalam wilayah ini. Bangunan *mega project* lainnya ialah Masjid Al Alam yang dibangun tepat di tengah-tengah teluk.



Gambar 4. Peta sebaran infrastruktur terbangun dalam wilayah Teluk Kendari.

Salinitas akan mempercepat korosi pada bangunan yang langsung bersentuhan dengan air laut, terutama jika materialnya menggunakan bahan beton dan baja [8] [9]. Pertimbangan yang dapat dimanfaatkan untuk memperkirakan distribusi salinitas perairan pantai terhadap tingkat penanggulangan pengaruhnya adalah: 1) jika salinitas pantai memiliki karakteristik khusus di setiap zona pesisir, variasi salinitas diamati pada daerah-daerah yang berkaitan dengan zona pantai yang sama; 2) salinitas dipengaruhi dangkal dan dalamnya pantai, serta sesuatu yang kompleks sebab kisaran pasang surut yang besar di pantai dan teluk relatif kecil; 3) salinitas menunjukkan *trend* yang berbeda berdasarkan periode dan arah di daerah yang tersapu oleh angin musiman, terutama selama musim dengan angin bertiup dari laut menuju darat; 4) salinitas dalam jarak tertentu cenderung berkurang, bahkan terlihat menurun secara tiba-tiba hingga jarak 100-150 meter dari pantai [17].

Banyak struktur yang ada khususnya yang terkait dengan infrastruktur pesisir atau lepas pantai, belum dipelihara dengan baik atau mengalami korosi yang dipercepat karena kondisi lapangan yang secara agresif tidak terduga [18]. Oleh sebab itu, implikasi untuk keselamatan struktural akibat korosi harus menjadi prioritas. Kemungkinan tingkat korosi di masa depan harus diperkirakan pada kondisi sekarang, khususnya metodologi yang dapat memprediksi besaran korosi yang ditimbulkan oleh salinitas air laut.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini dilakukan di perairan Teluk Kendari, objek fokusnya adalah parameter SSS di ukur terhadap 20 stasiun. Berdasarkan hasil ekstraksi citra L8, rata-rata nilai SSS estimasi perairan Teluk Kendari masing-masing akuisisi 2014-2018 adalah 8,583 psu, 8,612 psu, 8,627 psu, 8,273 psu, dan 8,372 psu. Sedangkan SSS rata-rata dalam 5 tahun sebesar 8,493 psu. SSS di area studi berbeda sekitar 24 psu dari salinitas global, yang umumnya berkisar dari 33 psu hingga 37 psu di *ocean*. Variasi nilai salinitas dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya ialah suhu, evaporasi, limpasan sungai, curah hujan, dan pencairan es. Sementara itu, limpasan sungai dan curah hujan yang tinggi merupakan faktor utama variasi SSS di perairan Teluk Kendari. Akhirnya dalam penelitian ini, informasi spasial distribusi SSS dari data spektral citra satelit penginderaan jauh sangat membantu dalam hal mitigasi korosi material infrastruktur yang terbangun langsung dalam wilayah perairan laut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterima kasih kepada seluruh *crew* Laboratorium Bioekologi Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo (FPIK-UHO), yang telah memfasilitasi alat pengukur salinitas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] X. Yu, B. Xiao, X. Liu, Y. Wang, B. Cui, and X. Liu, "Retrieval of remotely sensed sea surface salinity using MODIS data in the Chinese Bohai Sea Retrieval of remotely sensed sea surface salinity using," *Int. J. Remote Sens.*, vol. 38, no. 23, pp. 7357–7373, 2017.
- [2] G. B. Brassington and P. Divakaran, "The theoretical impact of remotely sensed sea surface salinity observations in a multi-variate assimilation system," *Ocean Model.*, vol. 27, no. 1–2, pp. 70–81, 2009.
- [3] S. Bagheri, *Hyperspectral Remote Sensing of Water Quality*. Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG, 2017.
- [4] F. Wang and Y. J. Xu, "Development and application of a remote sensing-based salinity prediction model for a large estuarine lake in the US Gulf of Mexico coast," pp. 184–194, 2008.
- [5] L. M. Jaelani, R. Limehuwey, N. Kurniadin, A. Pamungkas, E. S. Koenhardono, and A. Sulisetyono, "Estimation of Total Suspended Sediment and Chlorophyll-A Concentration from Landsat 8-Oli: The Effect of Atmospher and Retrieval Algorithm," *IPTEK J. Technol. Sci.*, vol. 27, no. 1, 2016.
- [6] Nurgiantoro and L. M. Jaelani, "Monitoring of Total Suspended Solid in Coastal Waters due to Conventional Gold Mining Using Multi Temporal Satellite Data, Case Study: Bombana, Southeast Sulawesi," *IPTEK J. Proc. Ser.*, vol. 0, no. 2, pp. 84–89, May 2017.
- [7] Badan Informasi Geospasial, "Kemandirian Geospasial untuk Kedaulatan Bangsa dan Negara," *Badan Informasi Geospasial*, vol. IV, no. 3, Jakarta, pp. 1–44, 2017.
- [8] B. Valdez, J. Ramirez, A. Eliezer, M. Schorr, R. Ramos, and R. Salinas, "Corrosion assessment of infrastructure assets in coastal seas," *J. Mar. Eng. Technol.*, vol. 15, no. 3, pp. 124–134, 2016.
- [9] P. Tiwari, R. Chandak, and R. K. Yadav, "Effect Of Salt Water On Compressive Strength Of Concrete," *Int. J. Eng. Res. Appl.*, vol. 4, no. 4, pp. 38–42, 2014.
- [10] Menko Maritim, "Laporan Tahunan Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman," Jakarta, 2016.
- [11] S. Wouthuyzen, S. Tarigan, and H. Indarto, "Pengukuran Salinitas Permukaan Teluk Jakarta Melalui Penginderaan Warna Laut Menggunakan Data Multi-Temporal Citra Satelit Landsat-7 ETM+," *PIT MAPIN XVII*, pp. 458–466, 2008.
- [12] Y. Baek, W. D. Gardner, A. V. Mishonov, and M. Jo, "Remote Sensing of Environment Multispectral remote-sensing algorithms for particulate organic carbon (POC): The Gulf of Mexico," *Remote Sens. Environ.*, vol. 113, no. 1, pp. 50–61, 2009.
- [13] H. R. Gordon and A. Y. Morel, *Remote Assessment of Ocean Color for Interpretation of Satellite Visible Imagery, A Review. Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies*. New York: Springer, 1983.
- [14] Y. B. Son *et al.*, "Tracing offshore low-salinity plumes in the Northeastern Gulf of Mexico during the summer season by use of multispectral remote-sensing data," *J. Oceanogr.*, vol. 68, no. 5, pp. 743–760, 2012.
- [15] G. Harris, "Salinity," *Encycl. Inl. Waters*, no. 2002, pp. 79–84, 2009.
- [16] P. J. Durack, S. E. Wijffels, and T. P. Boyer, *Long-term salinity changes and implications for the global water cycle*, 2nd ed., vol. 103. Elsevier Ltd., 2013.
- [17] J. S. Lee and H. Y. Moon, "Salinity distribution of seashore concrete structures in Korea," *Build. Environ.*, vol. 41, no. 10, pp. 1447–1453, 2006.
- [18] R. E. Melchers, "The Corrosion in Seawater of Structural Steels in Infrastructure Applications," *Aust. J. Struct. Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 159–168, 2006.