

PRAKIRAAN KESESUAIAN PERAIRAN UNTUK BUDI DAYA RUMPUT LAUT DI WPPNRI 715

Romanu Dwi Sasongko¹, Bayu Priyono², Dessy Berlianty⁴, Wingking Era Rintaka³
^{1,2,3,4}Balai Riset dan Observasi Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan
Jl. Baru Perancak, Negara, Jembrana, Bali 82251
Email: ¹sdr.sasongko@gmail.com dan ²bayupriyono3@gmail.com

Abstrak – Pemanfaatan output model numerik laut dapat digunakan untuk mengetahui kondisi dan dinamika perairan laut dalam bentuk informasi spasio-temporal serta memperkirakan potensi daya dukung perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kesesuaian perairan terhadap potensi budi daya rumput laut di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) 715 yang meliputi Teluk Tomini, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram, dan Teluk Berau dengan menggunakan analisa *scoring* dan *weighting* (pembobotan). Data yang digunakan adalah data oseanografi fisik dan biologi dengan resolusi spasial 5 menit, terdiri dari kedalaman perairan (ETOPO5), tinggi gelombang, kecepatan arus, suhu, salinitas, kecerahan, pH, fosfat, nitrat, dan amonia yang merupakan produk dari *Copernicus Marine Environment Monitoring Service* (CMEMS). Untuk validasi, digunakan data dari Argofloat, buoy pantai, dan satelit. Seluruh data diintegrasikan dan disusun dalam format netCDF menggunakan software *ferret*. Validasi data suhu dan salinitas dari model CMEMS dengan data observasi diperoleh selisih nilai yaitu 0.25 ± 0.65 °C untuk suhu dan -0.10 ± 0.14 psu untuk salinitas, sehingga data model dapat digunakan sebagai input model. Topografi perairan pantai di WPPNRI 715 sebagian besar curam dengan karakteristik kedalaman perairan yang bertambah secara signifikan dengan bertambahnya jarak dari garis pantai. Pada perhitungan skor kesesuaian area budi daya, pembobotan batimetri merupakan faktor dominan sebesar 90% pada formula submodel fisik. Oleh sebab itu, hasil perkiraan kawasan yang sesuai untuk budi daya rumput laut di WPPNRI 715 terletak di sebagian kecil Maluku, Kepulauan Raja Ampat, dan Teluk Berau di Papua, dengan nilai skor kesesuaian yaitu 3 hingga 4 yang relatif tetap pada setiap bulannya, mengikuti faktor dominan kondisi batimetri yang relatif tidak berubah.

Kata Kunci: Kesesuaian Perairan, Budi Daya Rumput Laut, WPPNRI 715, Model Oseanografi

Abstract – The output of marine numerical model can be used to determine the conditions and marine waters dynamics in the form of spatio-temporal information and estimate the carrying capacity potential of the sea waters. The aim of study is to identify the suitability of the waters for seaweed cultivation potential in the Fisheries Management Area of the Republic of Indonesia (WPPNRI) 715 which includes Tomini Bay, Maluku Sea, Halmahera Sea, Seram Sea, and Berau Bay using scoring and weighting analysis. The 5 minutes resolution in temporal of physical and biological oceanographic data is used. Consist of water depth (ETOPO5), wave height, current speed, temperature, salinity, brightness, pH, phosphate, nitrate, and ammonia which are products of the Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS). For validation, data from Argofloat, coastal buoys, and satellite data. Ferret software were used to integrate and compile in netCDF format. Validation of temperature and salinity data from the CMEMS model with observation obtained a difference in values of 0.25 ± 0.65 °C for temperature and -0.10 ± 0.14 PSU for salinity. These values assumed that the numerical model data can be used as cultivation model input. The topography of the coastal waters in WPPNRI 715 is mostly steep, indicated by the depth of water increases significantly from the shoreline. In the suitability score calculation of the cultivation area, the bathymetri is the dominant factor (90 % of weighting) in the physical submodel formula. Therefore, the results of suitable areas estimation for seaweed cultivation in WPPNRI 715 are located in a few part of Maluku, Raja Ampat Islands, and Berau Bay in Papua. These areas have suitability score of 3 to 4 which is relatively constant by the time following the unchanging bathymetri as dominant factor.

Keywords: water suitability, seaweed cultivation, WPPNRI 715, oceanographic numerical model

I. PENDAHULUAN

Salah satu strategi pembangunan nasional yang terkait dengan tugas Kementerian Kelautan dan

Perikanan (KKP) adalah sub agenda Nawa Cita ke-7 yaitu pengembangan ekonomi maritim dan kelautan. Di dalam sub agenda tersebut disebutkan salah satu programnya adalah

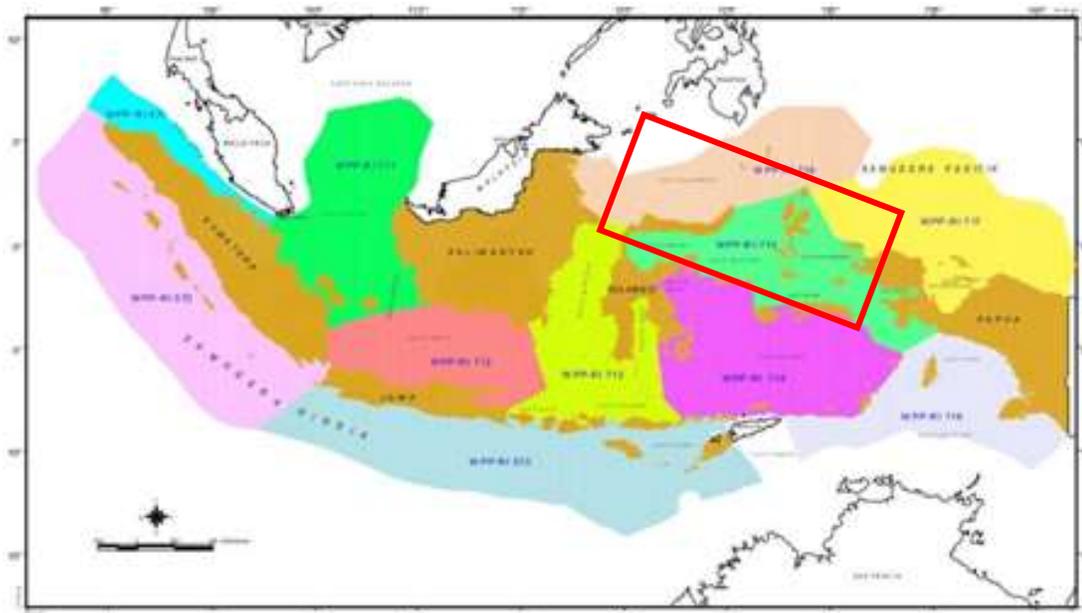
penyediaan data dan informasi sumber daya kelautan yang terintegrasi dalam rangka mendukung pengelolaan sumber daya pesisir dan laut. Perkembangan teknologi memungkinkan pelaksanaan *monitoring* suatu perairan dapat dilakukan dengan lebih efisien. Teknologi yang dapat digunakan untuk melakukan hal tersebut adalah pemanfaatan citra satelit hasil penginderaan jauh dan prediksi kondisi laut berdasarkan perhitungan model numerik. Kombinasi dari pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan model numerik laut dapat digunakan untuk mengetahui kondisi dan dinamika perairan laut dalam bentuk informasi spasio-temporal, serta memprakirakan potensi daya dukung suatu perairan. Penelitian ini bertujuan menyediakan data dan informasi di perairan Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik

Indonesia (WPPNRI 715) yang meliputi Teluk Tomini, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram, dan Teluk Berau. Ketersediaan data dan informasi berbasis ilmiah yang diperoleh dari pelaksanaan penelitian ini diharapkan dapat membantu penyusunan kebijakan program kelautan dan perikanan, terutama pada kegiatan budi daya rumput laut di WPPNRI 715.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah WPPNRI 715 yang meliputi Teluk Tomini, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram, dan Teluk Berau sesuai dengan Permen KP No. 18/PERMEN KP/2014. Lokasi area WPPNRI 715 dapat dilihat pada Gambar 1.

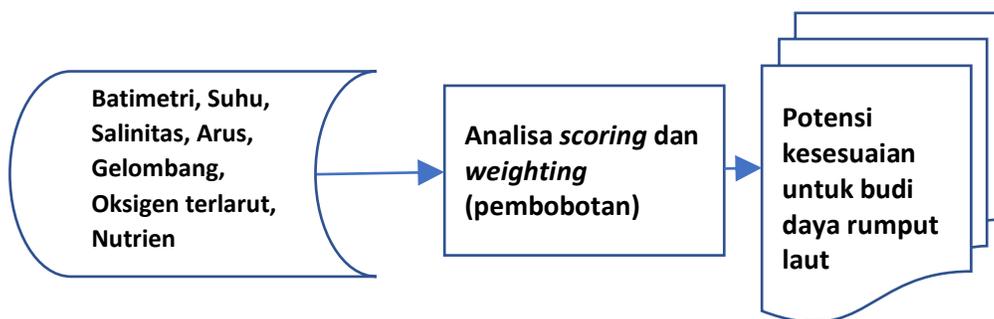


Gambar 1. Lokasi WPPNRI 715 sebagai Lokasi Penelitian Pemanfaatan Data Oseanografi untuk Daya Dukung Sumber Daya Perikanan di WPPNRI 715

2.2 Desain Penelitian dan Pengumpulan Data

Skema perolehan informasi prakiraan area kesesuaian budi daya laut dari data pemodelan

laut digambarkan pada skema di bawah ini (Gambar 2). Skema perhitungan potensi kesesuaian budi daya laut:



Gambar 2. Skema Perolehan Informasi Prakiraan Area Kesesuaian Budi Daya Laut

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai sumber, yaitu data hasil pengukuran langsung dan data hasil simulasi model laut global. Cara perolehan setiap jenis data berbeda antara satu dan lainnya. Data hasil observasi satelit multi-sensor dan data hasil simulasi model laut diperoleh dengan cara mengunduh (*download*) dari tiap-tiap sumber data. Sedangkan data observasi langsung diperoleh dengan cara melakukan survei lapang dan menggunakan data hasil penelitian sebelumnya yang pernah dilaksanakan di lokasi

kajian. Proses pengunduhan data dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman, sehingga dapat berjalan lebih efektif dan efisien. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data spasial dan temporal dengan resolusi yang berbeda untuk setiap jenis data.

Data yang bersumber dari observasi satelit dan hasil model global dalam penelitian ini merupakan data yang bersifat dekat waktu nyata (*near-real time*), sehingga untuk memperoleh data terbaru proses pengunduhan data dilakukan secara periodik.

Tabel 1. Data yang Digunakan pada Kegiatan Riset Pemanfaatan Data Oseanografi untuk Daya Dukung Sumber Daya Perikanan di WPPNRI 715

No	Sumber Data	Waktu	Area	Resolusi	Parameter
Data pengukuran langsung					
1	Argofloat	2016-2018	WPPNRI 715	Titik	Suhu, salinitas
2	Buoy pantai	2017-2019	WPPNRI 715	Titik	Suhu
Data Pemodelan Numerik					
1	Model Fisik CMEMS	2016-2019	WPPNRI 715	Spasial: 1/12 degree Temporal: Harian	Suhu, salinitas, arus
2	Model Biokimia CMEMS	2017-2019	WPPNRI 715	Spasial: 1/4 degree Temporal: Harian	Klorofil, nutrien, phytoplankton, DO

2.3 Analisa Data

2.3.1 Integrasi Data

Setiap jenis data yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai format serta resolusi yang berbeda antara satu dengan lainnya. Integrasi data diperlukan guna menggabungkan atau menyatukan banyak data dari berbagai sumber ke dalam sebuah penyimpanan, dalam hal ini adalah server penyimpanan (*storage server*). Integrasi data yang baik dapat terlaksana dengan berbagai cara seperti

membuat konsisten dalam penamaan variabel, ukuran variabel, struktur pengkodean, serta dalam atribut fisik dari data.

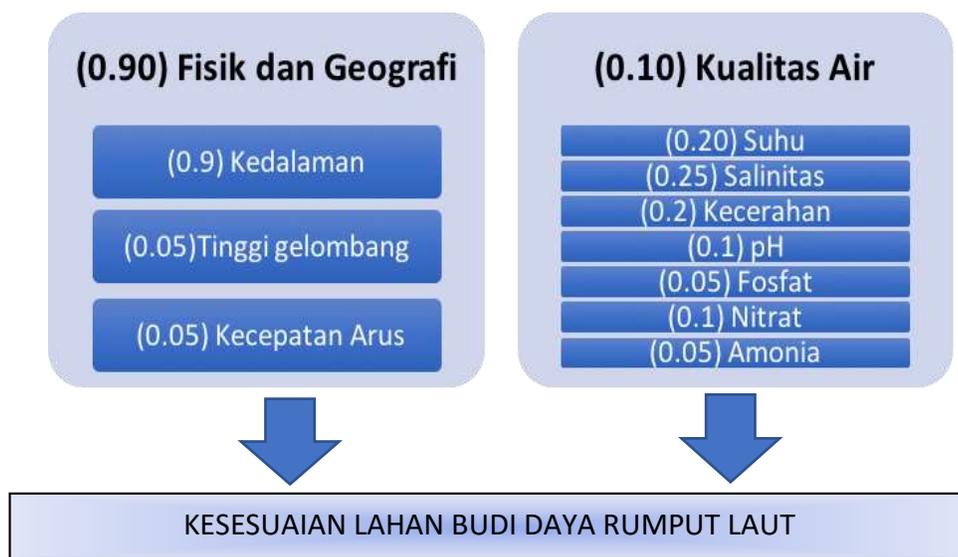
2.3.2 Analisa Kesesuaian Untuk Budi Daya Rumput Laut

Dalam penelitian ini menggunakan teknik spasial MCE (Malczewski, 1999; Nath et al., 2000; de Sousa et al., 2012) sebanyak 14 parameter yang dimodifikasi menjadi 11 parameter. Hal ini ditentukan karena tidak

dimasukkannya aspek sosial infrastruktur dalam perhitungan. Seluruh parameter tersebut dikelompokkan ke dalam 2 sub model masing-masing dengan pembobotan 90% untuk submodel fisik dan geografi, serta 10% untuk submodel kualitas air. Submodel fisik dan geografi meliputi 3 parameter utama yaitu keterlindungan, kedalaman dan kecepatan arus. Parameter keterlindungan berkorelasi dengan energi gelombang, sedangkan energi gelombang berkorelasi dengan tinggi gelombang signifikan (H_s). Sehingga untuk parameter keterlindungan yang diukur adalah tinggi gelombang signifikan (H_s) yang diperoleh dari *Copernicus Marine Environment Monitoring Service* (CMEMS). Tinggi gelombang signifikan dikelompokkan menjadi 4 kelas yaitu: i) H_s tinggi ($H_s > 1,5$ m), ii) H_s intermediate tinggi, iii) H_s intermediate rendah ($H_s = 1,5$ m), H_s rendah ($H_s < 1,5$ m).

Parameter kedalaman diambil dari ETOPO5 (<http://data.nodc.noaa.gov/>) dengan resolusi data temporal 5 menit. Parameter arus diperoleh dari CMEMS dengan resolusi spasial $1/12^0$. Submodel kualitas air (suhu, salinitas, kecerahan, pH, amonia, nitrat, fosfat) diperoleh dari output CMEMS dengan resolusi spasial seperti dalam Tabel 1.

Visualisasi data dengan menggunakan *opensource* software *ferret* (<http://ferretop.pmel.noaa.gov/Ferret/>). Kedua submodel ini disusun dalam hirarki (Malczewski, 2000) dengan tujuan untuk menghasilkan model kesesuaian perairan untuk budi daya rumput laut di WPPNRI 715. Bagian utama hirarki adalah keluaran akhir (*goal*), yang terbagi menjadi bagian yang lebih kompleks meliputi submodel dan parameter (Gambar 3).



Gambar 3. Model Kesesuaian Perairan untuk Budi Daya Rumput Laut di WPPNRI 715

Tingkat kesesuaian dari masing-masing parameter yang digunakan dalam penelitian disusun dalam kisaran nilai penting (skor). Sistem skor 1-4 telah digunakan dalam penelitian ini (Tabel 2). Skor 1 merupakan skor dengan kategori tidak sesuai, dan 4 adalah

sangat sesuai (Radiarta et al, 2014). Pembagian skor tingkat kesesuaian masing-masing parameter mengacu pada Tiensongrusmee (1990), KLH (2004), Radiarta et al (2008), dan Parenrengi et al (2011).

Tabel 2. Kisaran Nilai Parameter untuk Kesesuaian Budi Daya Rumput Laut di WPPNRI 715

Peubah	Kisaran Nilai Berdasarkan Tingkat Kesesuaian				
	Satuan	Sangat sesuai (4)	Sesuai (3)	Cukup sesuai (2)	Tidak sesuai (1)
Fisik dan geografi					
Keterlindungan Tinggi gelombang	/ m	<0.5	0.5-1	1-1.5	>1.5
Kedalaman	m	3-10	10-15	15-20	<3 atau >20
Kecepatan arus	cm/s	10-30	30-40	40-50	<10 atau >50

Penentuan bobot berdasarkan tingkat pengaruh tiap parameter dalam mempengaruhi kesesuaian budi daya rumput laut di WPPNRI 715. Bobot ditentukan dengan *pair-wise comparison* yang dikenal dengan metode *analytical hierarchy process* (AHP; Banai-Kashani, 1989). Berdasarkan referensi, tingkat kepentingan, dan opini peneliti (*expert judgment*), maka bobot yang diberikan pada masing-masing parameter cukup bervariasi seperti terlihat pada Gambar 3. Bobot submodel fisik dan geografi memiliki bobot terbesar, hal ini disebabkan karena kedalaman merupakan salah satu faktor pembatas pengembangan budi daya rumput laut di lokasi penelitian. Sedangkan parameter yang lain pada umumnya dalam kondisi yang baik dan mendukung pengembangan budi daya rumput laut.

Berdasarkan nilai skor dan bobot langkah selanjutnya adalah analisa spasial kesesuaian perairan. Analisa ini menggunakan metode *weighted linier combination*, yang merupakan aplikasi dari *multi-criteria evaluation*

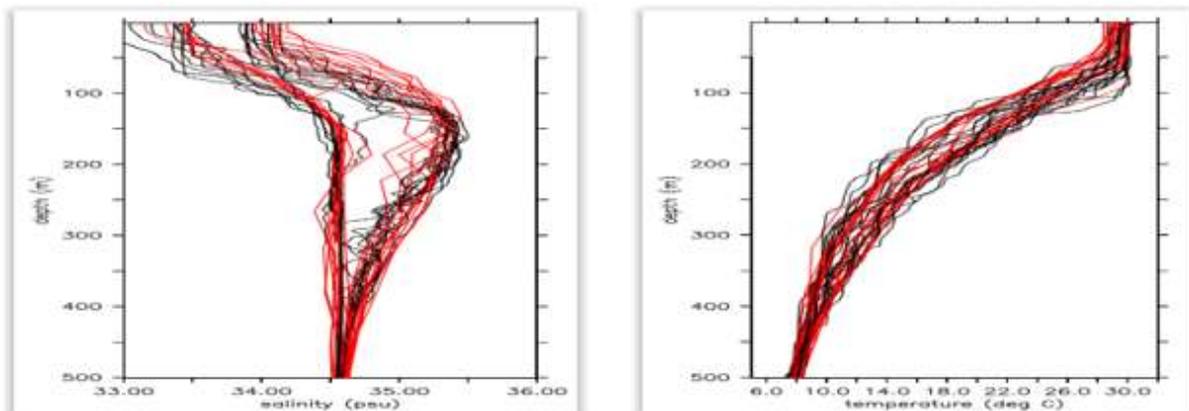
(Malczewski, 1999). Tahapan ini dilakukan dengan menggunakan software ferret.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Integrasi dan Validasi Data

Integrasi data dilakukan untuk memudahkan penggunaan data, baik pada saat pelaksanaan penelitian ini maupun penggunaan data pada kegiatan berikutnya setelah penelitian ini selesai.

Dalam kegiatan ini, validasi keluaran model laut global dilakukan dengan membandingkan variabel yang sama terhadap hasil observasi langsung. Validasi data model dilakukan dengan membandingkan variabel suhu dan salinitas terhadap hasil observasi argo float (<http://www.argo.ucsd.edu>) di lokasi dan waktu yang sama. Perbandingan profil suhu dan salinitas hasil pengukuran argo float dan model fisik CMEMS dapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan profil suhu dan salinitas hasil pengukuran argo float dan model fisik CMEMS

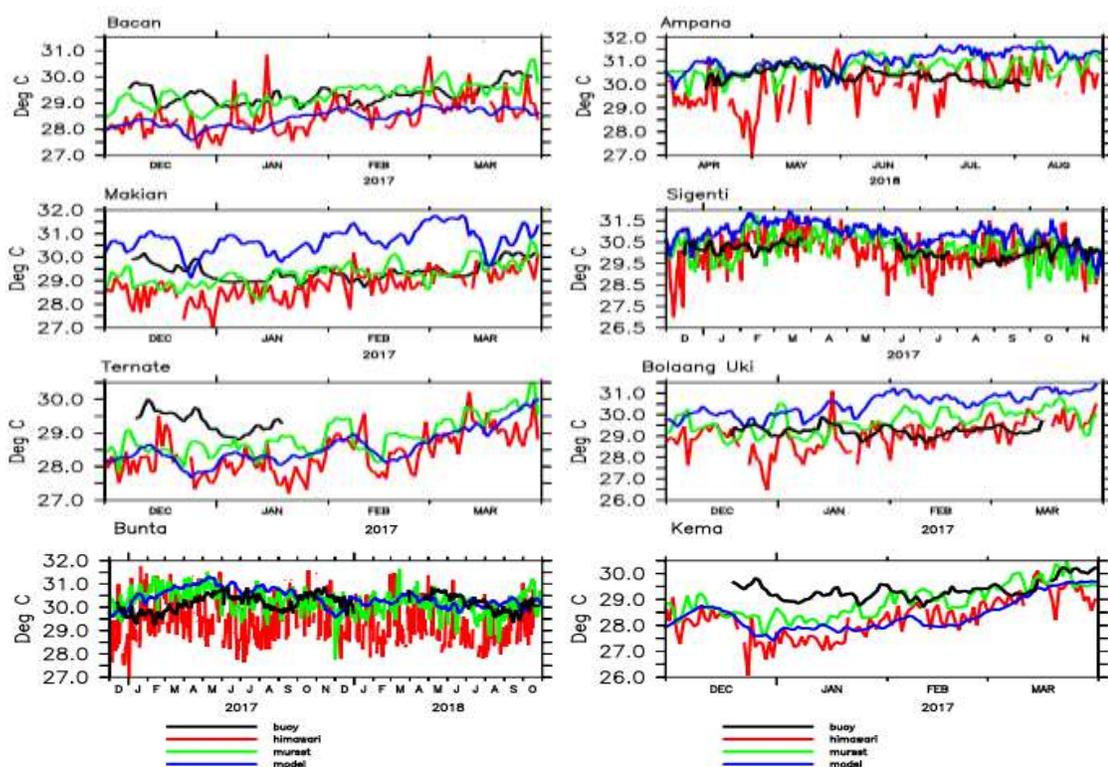
Garis hitam dan garis merah pada Gambar 4 merupakan profil salinitas dan suhu dari data pengukuran argo float dan hasil model dengan batasan koordinat 1.197 LS – 2.406 LU dan 125.86 BT – 133.78 BT, serta rentang waktu pengukuran pada 28 Oktober 2017 – 8 April 2018.

Berdasarkan hasil perbandingan diketahui selisih nilai suhu dan salinitas hasil model laut global dengan pengukuran argo float yaitu 0.25 ± 0.65 °C (kurang dari 1 °C) untuk suhu dan -0.10 ± 0.14 psu (kurang dari 1 psu) untuk salinitas. Hasil validasi tersebut menunjukkan bahwa data keluaran model laut global dapat digunakan sebagai data masukan dalam perhitungan menggunakan metode *weighted linier combination* untuk menghitung prakiraan kesesuaian perairan area budi daya.

Validasi terhadap data yang digunakan dalam studi ini juga dilakukan dengan melihat kesesuaian variabel secara deret waktu (*time*

series). Variabel lingkungan laut yang divalidasi adalah suhu permukaan laut, serta sebagai acuan digunakan data hasil observasi buoy pantai di beberapa lokasi yang masuk dalam WPPNRI 715. Hasil validasi atau perbandingan data *time series* suhu permukaan laut hasil pemantauan satelit dan model terhadap data buoy di WPPNRI 715 diperlihatkan pada Gambar 5.

Berdasarkan hasil validasi data model secara deret waktu (*time series*) Gambar 5 data keluaran hasil model memiliki kesesuaian pola dengan data buoy dan data satelit kecuali pada data di daerah Makian yang menunjukkan adanya selisih nilai dan perbedaan pola yang signifikan. Data satelit Himawari memiliki selisih nilai yang cukup besar jika dibandingkan dengan data buoy, data MurSST, dan data hasil model. Data hasil model memiliki kesesuaian yang baik dengan data buoy dan data satelit MurSST.



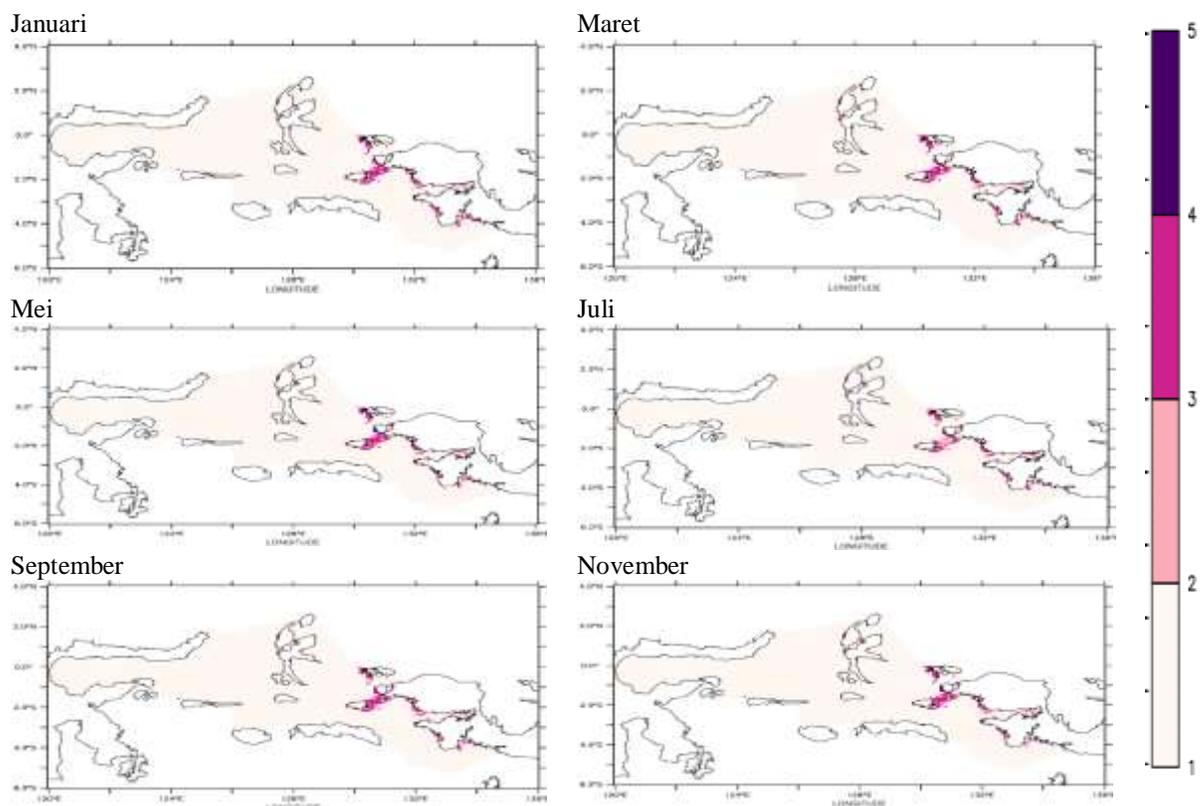
Gambar 5. Perbandingan Suhu Permukaan Laut Secara Deret Waktu di Beberapa Lokasi Buoy Pantai di WPPNRI 715. Data yang Dibandingkan Adalah Data dari Pengukuran Buoy Pantai (Hitam), Satelit Himawari (Merah), MurSST (Hijau), dan Hasil Model (Biru).

3.2 Prediksi Kesesuaian Area Budi Daya Rumput Laut di WPPNRI 715

Berdasar pada hirarki model kesesuaian perairan untuk budi daya rumput laut (Gambar 3), submodel fisik dan geografi merupakan faktor utama dalam penentuan bobot kesesuaian area budi daya dengan bobot sebesar 90%. Submodel ini meliputi karakteristik kedalaman perairan, kecepatan arus, dan keterlindungan (*sheltered area*). Dalam penelitian ini, data kedalaman perairan yang digunakan bersumber dari ETOPO5 dan data arus bersumber dari keluaran model laut global untuk WPPNRI 715. Sedangkan data keterlindungan perairan diturunkan dari besaran energi gelombang yang berkorelasi dengan ketinggian gelombang permukaan di perairan tersebut (<https://coast.noaa.gov/data/digitalcoast/living-shoreline>). Data tinggi gelombang yang digunakan adalah data gelombang signifikan (H_s) keluaran dari model laut global CMEMS dengan resolusi spasial 5 menit.

Tingkat kesesuaian dari masing-masing parameter yang digunakan dalam penelitian ini disusun dalam kisaran nilai penting (skor) (Tabel 2). Sistem skor 1-4 telah digunakan dalam penelitian ini, nilai 1 adalah skor dengan kategori tidak sesuai, serta nilai 4 adalah sangat sesuai (Giap et al., 2005; Radiarta et al., 2014). Berdasarkan nilai skor dan bobot yang telah ditentukan, langkah selanjutnya adalah analisis spasial kesesuaian perairan. Analisis ini menggunakan metode *weighted linear combination*, yang merupakan aplikasi dari *multi-criteria evaluation* (Malczewski, 1999).

Proses perhitungan dan visualisasi hasil pembobotan berdasar kondisi fisik dan geografi perairan di WPPNRI 715 untuk kesesuaian budi daya rumput laut dilakukan dengan menggunakan software ferret (<https://ferretop.pmel.noaa.gov/Ferret/>). Hasil perhitungan kondisi rata-rata bulanan kesesuaian budi daya rumput laut berdasarkan submodel fisik dan geografi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kesesuaian Budidaya Rumput Laut Berdasarkan Submodel Fisik dan Geografi di WPPNRI 715. Warna Menunjukkan Besaran Skor Dimana 1 untuk Tidak Sesuai, 2 untuk Cukup Sesuai, 3 untuk Sesuai dan 4 untuk Sangat Sesuai

Berdasarkan Gambar 6 kawasan yang sesuai untuk budi daya rumput laut di WPPNRI 715 terdapat di sebagian kecil Wilayah Maluku, Kepulauan Raja Ampat, dan Teluk Berau di Papua. Nilai skor kesesuaian tersebut relatif tetap pada setiap bulan. Hasil ini tentu saja belum dapat menggambarkan kondisi sebenarnya. Sebagaimana diketahui bahwa hampir di sepanjang garis pantai di WPPNRI 715, terutama di sekitaran pulau-pulau kecil, merupakan area yang berpotensi untuk kegiatan budi daya rumput laut.

Perairan pantai di WPPNRI 715 dominan mempunyai topografi batimetri yang curam, dimana kedalaman perairan akan bertambah secara signifikan dengan bertambahnya jarak dari garis pantai. Kondisi batimetri merupakan faktor dominan dalam perhitungan skor kesesuaian area budi daya pada submodel fisik dan geografi, yaitu berbobot 90%. Kondisi perairan ideal untuk area budi daya adalah perairan yang mempunyai kedalaman kurang dari 20 meter, sedangkan data batimetri yang digunakan sebagai masukan dalam perhitungan skor kesesuaian area budi daya mempunyai resolusi spasial ~9 km. Satu grid data batimetri merupakan representasi dari perairan dengan luasan 81 km² (9 km x 9 km) yang sebagian besar areanya mempunyai kedalaman lebih dari 20 meter, meskipun grid tersebut berbatasan dengan grid darat. Hal ini menjadikan perairan dengan kedalaman kurang dari 20 meter sangat jarang ditemukan pada data batimetri ETOPO5. Prediksi kesesuaian area budi daya rumput laut di WPPNRI 715 belum dapat dilakukan secara baik dengan menggunakan data spasial resolusi ~9 km. Perlu dilakukan validasi dengan data satelit dan juga data observasi mengenai lokasi dan luasan area yang terprediksi.

IV. KESIMPULAN

Kesesuaian perairan untuk budi daya laut merupakan bagian yang tak terpisahkan dengan perencanaan spasial (*spatial planning*) suatu kawasan pengembangan. Berdasarkan hasil analisa terhadap hasil model, diperoleh

topografi perairan pantai di WPPNRI 715 sebagian besar curam dengan karakteristik kedalaman perairan yang bertambah secara signifikan sesuai dengan bertambahnya jarak dari garis pantai. Pada perhitungan skor kesesuaian area budi daya, pembobotan batimetri merupakan faktor dominan sebesar 90% pada formula submodel fisik. Oleh sebab itu, hasil perkiraan kawasan yang sesuai untuk budi daya rumput laut di WPPNRI 715 terletak di sebagian kecil Wilayah Maluku, Kepulauan Raja Ampat, dan Teluk Berau di Papua, dengan nilai skor kesesuaian yaitu 3 hingga 4 yang relatif tetap pada setiap bulannya mengikuti faktor dominan kondisi batimetrinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar-Manjarrez, J., Kapetsky, J.M. & Soto, D. (2010). *The potential of spatial planning tools to support the ecosystem approach to aquaculture*. FAO/Rome. Expert Workshop. 19-21 November 2008, Rome, Italy. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings. No.17.
- Azis, H.Y. (2011). *Optimasi Pengelolaan Sumber daya Rumput Laut di Kabupaten Bantaeng, Provinsi Sulawesi Selatan*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 163 hal.
- Banai-Kashani, R. (1989). *A new method for site suitability analysis: the analytic hierarchy process*. Environmental Management, 13: 685-693.
- Giap D, Yi Y, Yakupitiyage A 2005. *GIS for land evaluation for shrimp farming in Haiphong of Vietnam*. *Ocean Coast Manage* 48: 5-63
- KKP. (2014). *Kelautan dan Perikanan dalam Angka Tahun 2014*. Pusat Data Statistik dan Informasi. Kementerian Kelautan dan Perikanan. 302 ha
- Malczewski, J. (2000). *On the use of weighted linear combination method in GIS: common and best practice approach*. *Transaction in GIS*, 4: 5-22.

- Radiarta, I.N., Erlania. & Rasidi. (2014).
Analisis pola musim tanam rumput laut, Kappaphycus alvarezii melalui pendekatan kesesuaian lahan di Nusa Penida, Bali.
Jurnal Riset Akuakultur, 9 (2): 319-330.
- Radiarta, I.N., Erlania, Haryadi, J. (2018).
Analisis Kesesuaian dan Daya Dukung Perairan untuk Pengembangan Budi Daya Rumput Laut di Kabupaten Simeulue, Aceh.
J. Segara Vol.14 No.1 April 2018: 11-22.
<http://data.nodc.noaa.gov/http://ferrtop.pmel.noaa.gov/Ferret/>
<http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/>
<https://coast.noaa.gov/data/digitalcoast/pdf/living-shoreline.pdf>