

Studi Parameter Oseanografi Fisika dan Kimia di Perairan Pulau Sulawesi, Indonesia

Luhur Moekti Prayogo¹, Irvan Aris Kurniawan²

¹Magister Teknik Geomatika, Universitas Gadjah Mada

²Alumnus Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura

Korespondensi: luhur.moekti.prayogo@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Pulau Sulawesi merupakan salah satu pulau terbesar di Indonesia dan dikenal memiliki potensi di bidang kelautan, baik dari segi pariwisata hingga potensi perikananannya. Pulau ini dilintasi garis khatulistiwa di seperempat bagian utara sehingga sebagian besar wilayahnya berada di belahan bumi selatan. Geografis pulau Sulawesi yang berbeda menyebabkan perbedaan karakteristik parameter oseanografi. Salinitas dan pasang surut air laut merupakan parameter oseanografi yang dapat mempengaruhi keberlangsungan hidup biota di suatu perairan. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan studi parameter oseanografi fisika kimia yang meliputi pasang surut dan salinitas di perairan pulau Sulawesi menggunakan data NOAA dan BIG. Dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa perairan di sekitar Pulau Sulawesi memiliki rerata muka air tinggi sebesar 1,3 meter dan muka air rendah sebesar 0,9 meter. Kemudian dari perhitungan dihasilkan bilangan Formzahl sebesar 0,8 ($0,25 < F \leq 1,5$) yang berarti tipe pasang surut masuk dalam kategori Campuran cenderung Semi Diurnal. Kemudian hasil analisis salinitas menunjukkan bahwa pada bulan Juli 2020 kandungan salinitas berkisar 29,63 hingga 36,45 ppt dengan rata-rata 33,99 ppt. Pada bulan November 2020 kandungan salinitas berkisar 25,71 hingga 39,74 ppt dengan rata-rata sebesar 33,50 ppt. Pada Februari 2021 kandungan salinitas berkisar 27,23 hingga 37,73 ppt dengan rata-rata sebesar 33,00 ppt. Salinitas terendah diperoleh pada musim penghujan November 2020 dan kandungan salinitas tertinggi pada bulan yang sama di sebagian kecil wilayah. Pada musim kemarau rata-rata kandungan salinitas air laut di perairan Sulawesi relatif tinggi dibandingkan musim penghujan dengan nilai kandungan terendah sebesar 29,63 ppt.

Kata kunci: Oseanografi, Fisika dan Kimia Laut, Salinitas, Pasang Surut, Sulawesi

Abstract

Sulawesi Island is one of Indonesia's largest islands and is known to have potential in the marine sector, both in tourism and fisheries. Sulawesi island is crossed by the equator line in the northern quarter so that most of its territory is in the southern hemisphere. The diverse geography of the island of Sulawesi causes differences in the characteristics of the oceanographic parameters. The salinity and tides of seawater are oceanographic parameters that can affect biota's survival in the waters. This research aims to study the chemical physics oceanography parameters, which include tides and salinity in the waters of the island of Sulawesi using NOAA and BIG data. The research that has been done showed that the waters around the island of Sulawesi had an average high water level of 1.3 meters and a low water level of 0.9 meters. Then from the calculation, the Formzahl number is 0.8 ($0,25 < F \leq 1,5$), which means that the tidal type is in the Mixed category, tends to be semi-diurnal. The salinity analysis results showed that in

July 2020, the salinity content ranged from 29.63 to 36.45 ppt, with an average of 33.99 ppt. In November 2020, the salinity content ranged from 25.71 to 39.74 ppt with an average of 33.50 ppt. In February 2021, the salinity content ranged from 27.23 to 37.73 ppt with an average of 33.00 ppt. The lowest salinity was obtained in the rainy season in November 2020, and the highest salinity content was in the same month in a small part of the region. In the dry season, seawater's average salinity content in Sulawesi waters is relatively high compared to the rainy season, with the lowest content value of 29.63 ppt.

Key words: Oceanography, Marine Physics and Chemistry, Salinity, Tides, Sulawesi

DOI: <https://doi.org/10.30649/jrkt.v3i1.35>

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal dengan Negara Maritim, karena lebih dari 2/3 wilayahnya terdiri dari lautan. Perairan Kepulauan Indonesia terletak di antara dua benua yakni Benua Asia dan Australia serta diapit oleh dua samudera yakni Samudera Hindia dan Pasifik (Kementerian Luar Negeri Republik Indonesia, 2018). Sulawesi merupakan salah satu pulau terbesar di Indonesia dengan letak geografis 0°12' – 8' Lintang Selatan dan 116°48' – 122°36' Bujur Timur dan dikenal memiliki potensi di bidang kelautan (Dinas Komunikasi Informatika Statistik dan Persandian Provinsi Sulawesi Selatan, 2018). Sulawesi dilintasi garis khatulistiwa di seperempat bagian utara pulau sehingga sebagian besar wilayahnya berada di belahan bumi selatan (Sosilawati *dkk.*, 2016). Di sebelah utara terdapat Kepulauan Sangihe Talaud yang merupakan perbatasan laut negara dengan Pulau Mindanao-Filipina, bagian selatan dibatasi oleh Laut Flores, kemudian bagian barat dibatasi oleh Selat Makassar dan terakhir bagian timur dengan wilayah Papua dan Kepulauan Maluku oleh Selat Banda (Badan Pusat Statistik, 2015). Geografis perairan Sulawesi yang berbeda menyebabkan perbedaan karakteristik parameter oseanografi.

Salinitas dan pasang surut air laut merupakan parameter oseanografi yang dapat mempengaruhi keberlangsungan hidup biota di suatu perairan. Salinitas adalah kandungan kadar garam dalam suatu perairan dan besarnya dinyatakan dalam per mil (Effendi, 2003). Pasang surut merupakan suatu fenomena alam dengan proses naik turunnya paras laut (*sea level*) secara berkala yang ditimbulkan oleh adanya gaya tarik dari benda-benda langit terutama bulan dan matahari terhadap massa air di bumi (Ongkosongo, O. S. R., 1989). Air laut di permukaan bergerak sangat dinamis sehingga di setiap daerah akan memiliki karakteristik pasang surut laut yang berbeda (Widyantoro, 2014). Parameter tersebut penting untuk diketahui karena laut merupakan salah satu penghubung wilayah terluar Indonesia. Hal tersebut juga didukung oleh Hidayah *dkk.* (2018) yang menyatakan bahwa banyak industri didirikan di lingkungan pesisir karena aspek transportasinya.

Studi mengenai parameter oseanografi di wilayah Sulawesi pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Ismail & Taofiqurohman, (2012) melakukan penelitian sebaran horisontal suhu, salinitas dan kekeruhan air telah dilakukan di perairan Pantai Dumoga, Sulawesi Utara. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa suhu, salinitas dan kekeruhan air, perairan Pantai Dumoga masih berada dalam batas-batas toleransi bagi budidaya perikanan tropis. Selanjutnya penelitian Najamuddin, (2018) dengan melakukan varian musiman fisika kimia di sekitar perairan Estuaria Jeneberang, Sulawesi Selatan. Dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa terdapat variasi musiman pada parameter suhu, salinitas, pH, total partikel tersuspensi, dan kandungan organik terlarut. Patty, (2013) juga melakukan penelitian tentang distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut di perairan Kema, Sulawesi Utara. Penelitian tersebut menunjukkan sebaran nilai suhu, salinitas dan kadar oksigen terlarut cukup bervariasi. Kondisi suhu, salinitas dan oksigen terlarut perairan ini masih tergolong normal dan baik untuk kehidupan biota laut. Kemudian penelitian Arifin *dkk.* (2012) mengenai kondisi arus pasang surut di perairan pesisir kota Makassar, Sulawesi Selatan. Dari hasil penelitian menunjukkan aliran pasang surut didominasi oleh aliran surut (ebb-dominant) dengan laju sebesar 0,005 m/det menuju ke arah barat.

Originalitas dari penelitian ini yaitu melakukan studi parameter oseanografi fisika kimia yang meliputi salinitas dan pasang surut air laut di perairan pulau Sulawesi. Manfaat penelitian diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna kepada peneliti, masyarakat pesisir dan pemangku kebijakan dalam memegang peranan penting dalam perencanaan dan pengelolaan sumberdaya hayati laut di perairan Sulawesi.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di perairan pulau Sulawesi, Indonesia. Pemilihan lokasi berdasarkan ketersediaan data yang bersumber dari ERDDAP, *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) berupa data skala kecil. Data salinitas yang digunakan yaitu pada Juli, November 2020 dan Februari 2021 yang mewakili kondisi musim penghujan dan kemarau yang secara umum terjadi di Indonesia. Kemudian data pasang surut diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) yang merupakan data prediksi dari stasiun pasang surut dan satelit altimetri pada laman <http://tides.big.go.id/pasut/index.html> dengan interval data satu jam. Lokasi pengambilan

data pasang surut terletak pada 6°34'2.45"S dan 119°50'46.33"E sebelah selatan pulau Sulawesi.

Perhitungan Pasang Surut

Dalam penelitian ini, metode *Least Square* digunakan untuk perhitungan data pasang surut yang meliputi parameter elevasi, tipe pasang surut dan komponen harmonik. Parameter elevasi yang dicari adalah *Mean High Water Level* (MHWL) atau rerata dari muka air tinggi dan *Mean Sea Level* (MSL) atau muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah. Kemudian tipe pasang surut ditentukan dengan bilangan Formzahl dengan persamaan sebagai berikut (Triatmodjo, 2009; Prayogo, 2021):

$$F = \frac{(O1 + K1)}{(M2 + S2)} \dots \dots (1)$$

Dimana:

- F = Bilangan Formzahl
 S2 = Konstanta yang dipengaruhi posisi matahari
 O1 = Konstanta yang dipengaruhi deklinasi bulan
 K1 = Konstanta yang dipengaruhi deklinasi bulan dan matahari
 M2 = Konstanta yang dipengaruhi posisi bulan

Dengan Ketentuan:

- (a) $F \leq 0,25$ dengan tipe Semidiurnal,
 (b) $0,25 < F \leq 1,5$ dengan tipe Campuran, cenderung Semi-Diurnal,
 (c) $1,50 < F \leq 3,0$ dengan tipe Campuran, cenderung ke Diurnal, dan
 (d) $F > 3,0$ dengan tipe Diurnal.

Persamaan metode *Least Square* dapat ditulis sebagai berikut (Ongkosongo, O. S. R., 1989):

$$\eta(t) = S0 + \sum_{i=1}^N A_i \cos(\omega_i t - P_i) \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- | | | | |
|------------|---|----|-------------------------|
| $\eta(t)$ | = Elevasi pasang surut (fungsi waktu) | S0 | = <i>Mean Sea Level</i> |
| A_i | = Amplitudo ke-i | T | = waktu |
| ω_i | = $\frac{2\pi}{T_i}$, T_i merupakan periode komponen | N | = Jumlah Komponen |
| P_i | = Fase ke-i | | |

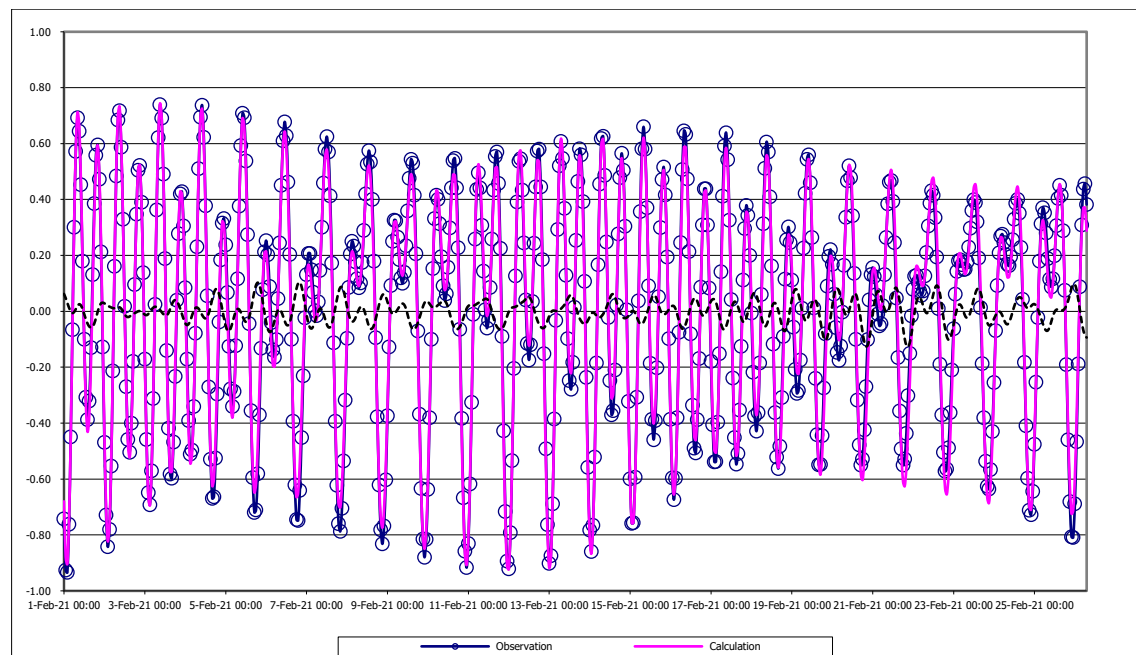
Komponen harmonik yang dihitung dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- | | |
|--|---|
| a) <i>Soli-lunar constituen (K1)</i> , | f) <i>Main lunar constituent (M2)</i> , |
| b) <i>Main lunar constituent (O1)</i> , | g) <i>Main solar constituent (S2)</i> , |
| c) <i>Main solar constituen (P1)</i> , | h) <i>Lunar constituent (N2)</i> , dan |
| d) <i>Main lunar constituent (M4)</i> , | i) <i>Soli-lunar constituent (K2)</i> |
| e) <i>Soli-lunar constituent (MS4)</i> , | |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Pasang Surut di Perairan Sulawesi

Hamuna *dkk.* (2018); Prayogo, (2021) menyatakan bahwa minimal diperlukan data pasang surut sekitar 18,6 tahun untuk mengetahui elevasi muka air laut rata-rata. Informasi mengenai parameter elevasi sangat dinamis sehingga dipengaruhi oleh sumber data dan waktu akuisisi data. Dalam penelitian ini, parameter elevasi yang dihasilkan merupakan perhitungan pasang surut Februari 2021 yang merupakan nilai prediksi dan bukan nilai sebenarnya dalam satu periode pasang surut. Informasi ini digunakan untuk mengetahui karakteristik pasang surut di perairan Pulau Sulawesi, Indonesia. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa rerata dari muka air tinggi sebesar 1,3 meter dan muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah sebesar 0,9 meter.



Gambar 1. Grafik fluktuasi pasang surut di perairan pulau Sulawesi Februari 2021

Kemudian penentuan tipe pasang surut dengan melihat bilangan Formzahl yang dihasilkan dari perhitungan metode *Least Square*. Menurut Triatmodjo, (2009) ketentuan tipe pasang surut dengan nilai ketetapan (a) $F \leq 0,25$ dengan tipe Semidiurnal, (b) $0,25 < F \leq 1,5$ dengan tipe Campuran, cenderung Semi-Diurnal, (c) $1,50 < F \leq 3,0$ dengan tipe Campuran, cenderung ke Diurnal, dan (d) $F > 3,0$ dengan tipe Diurnal. Dari hasil perhitungan pasang surut yang telah dilakukan, tipe pasang surut di perairan pulau Sulawesi bertipe campuran cenderung semi-diurnal dengan nilai bilangan Formzahl sebesar 0,8 ($0,25 < F \leq 1,5$). Tipe ini menggambarkan bahwa dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. Menurut Wyrki, (1961); Triatmodjo, (2012); Hamuna dkk., (2018) perairan Indonesia memiliki tipe pasang surut campuran cenderung semi-diurnal khususnya pada perairan Timur dan Selatan Jawa. Gambar 1 merupakan grafik pasang surut di perairan pulau Sulawesi Februari 2021.

Selanjutnya perhitungan komponen harmonik dilakukan untuk mengetahui karakteristik di perairan pulau Sulawesi. Komponen yang dihitung meliputi *Soli-lunar constituent* (K1), *Main lunar constituent* (O1), *Main solar constituent* (P1), *Main lunar constituent* (M4), *Soli-lunar constituent* (MS4), *Main lunar constituent* (M2), *Main solar constituent* (S2), *Lunar constituent* (N2), dan *Soli-lunar constituent* (K2). Dari perhitungan yang telah dilakukan, berikut (Tabel 1) merupakan nilai dari komponen harmonik di perairan pulau Sulawesi :

Tabel 1. Hasil perhitungan komponen harmonik di perairan pulau Sulawesi

Konstituen	B	g° phase	H=Amplitude (m)
<i>Main lunar constituent</i>	0,4257	96,1852°	0,4282
<i>Main solar constituent</i>	0,1428	54,1095°	0,1762
<i>Lunar constituent, due to Earth-Moon distance</i>	0,0014	178,7578°	0,0625
<i>Soli-lunar constituent, due to the change of declination</i>	0,0641	148,8665°	0,124
<i>Soli-lunar constituent</i>	-0,1173	203,0477°	0,2997
<i>Main lunar constituent</i>	0,1657	62,7071°	0,1865
<i>Main solar constituent</i>	0,099	117,8046°	0,1119
<i>Main lunar constituent</i>	0,0018	115,7763°	0,002
<i>Soli-lunar constituent</i>	0,0004	162,3944°	0,0012

Kondisi Salinitas di Perairan Sulawesi

Di Indonesia, pada umumnya Oktober hingga April terjadi angin muson barat yang bergerak dari benua Asia ke Australia yang melewati samudera Hindia dan membawa banyak uap air. Peristiwa tersebut mengakibatkan terjadinya musim penghujan. Air hujan yang masuk di wilayah Indonesia akan berpengaruh terhadap nilai salinitas air laut. Kemudian pada musim kemarau (angin muson timur) bergerak dari

benau Australia hingga Asia, yang membawa uap air lebih sedikit. Pada umumnya peristiwa ini terjadi pada April hingga Oktober yang mengakibatkan wilayah Indonesia mengalami musim kemarau.

Analisis data salinitas dalam penelitian ini menggunakan tiga waktu yang berbeda yang mewakili kedua musim yaitu kemarau dan penghujan. Data pertama yaitu pada Juli 2020, mewakili musim kemarau. Data kedua dan ketiga yaitu pada November 2020 dan Februari 2021 yang mewakili musim penghujan. Adapun jumlah data dan standar deviasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut (Tabel 2):

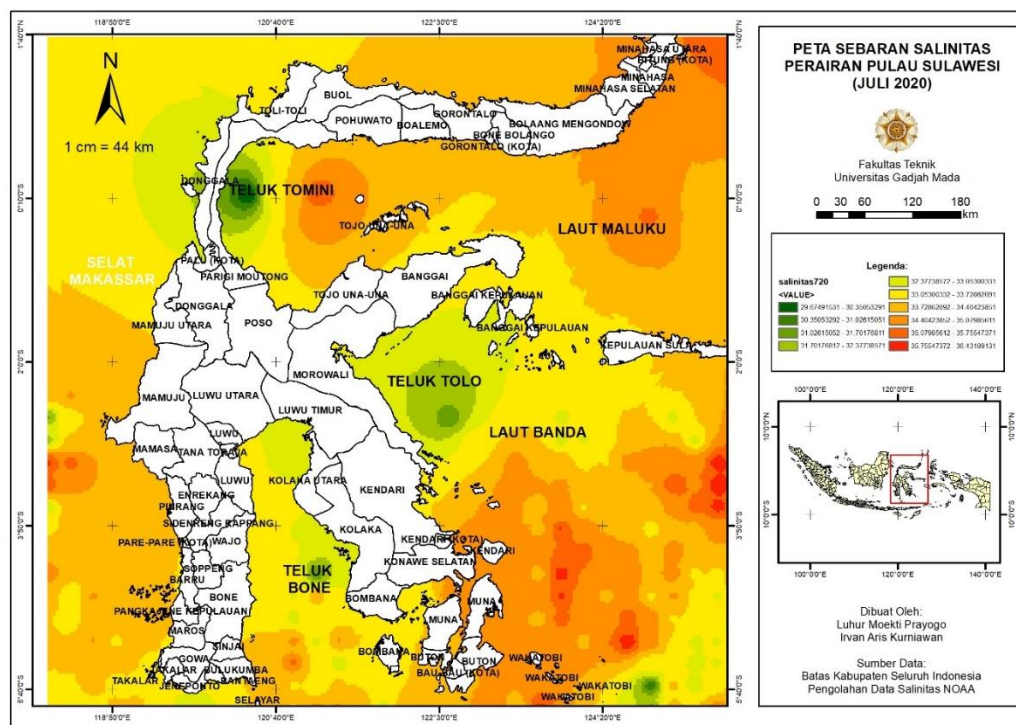
Tabel 2. Jumlah data salinitas yang digunakan dalam penelitian

No	Bulan	Tahun	Angin	Musim	Jumlah Data	Standar Deviasi
1	Juli	2020	Muson Timur	Kemarau	194	1,046403
2	November	2020	Muson Barat	Penghujan	264	1,945552
3	Februari	2021	Muson Barat	Penghujan	175	1,971778

A. Salinitas di Perairan Sulawesi pada Juli 2020

Pertama, data yang digunakan merupakan data salinitas pada bulan Juli tahun 2020 yang mewakili musim kemarau. Dari hasil pengolahan menunjukkan bahwa salinitas di perairan Sulawesi pada musim kemarau berkisar 29,63655 hingga 36,45701 *parts per thousand* (ppt). Nilai tersebut berarti dalam satu kilogram air laut di perairan Pulau Sulawesi mengandung sekitar 29,63655 hingga 36,45701 gram garam terlarut. Kemudian, kandungan salinitas rerata yang terjadi pada musim kemarau khususnya pada Juli tahun 2020 sebesar 33,99501 ppt. Berikut (Gambar 2) merupakan peta sebaran salinitas di Perairan Sulawesi pada Juli 2020.

Dari peta di bawah menunjukkan bahwa kandungan salinitas di perairan pulau Sulawesi berbeda-beda. Di Teluk Tolo dan Teluk Tomini kandungan salinitas relatif rendah berkisar 29 hingga 32 ppt. Kemudian kandungan salinitas 32 hingga 33 ppt terdapat di hampir semua perairan di pulau Sulawesi. Kemudian kandungan salinitas tertinggi yang didapat dari pengolahan data Juli 2020 terdapat di wilayah Laut Banda dan Laut Maluku dengan kisaran 34 hingga 36 ppt. Dari data di atas yang bertepatan musim kemarau menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah perairan di pulau Sulawesi memiliki tingkat salinitas cukup tinggi berkisar > 33 ppt dan hanya sedikit wilayah yang memiliki tingkat salinitas < 31 ppt.

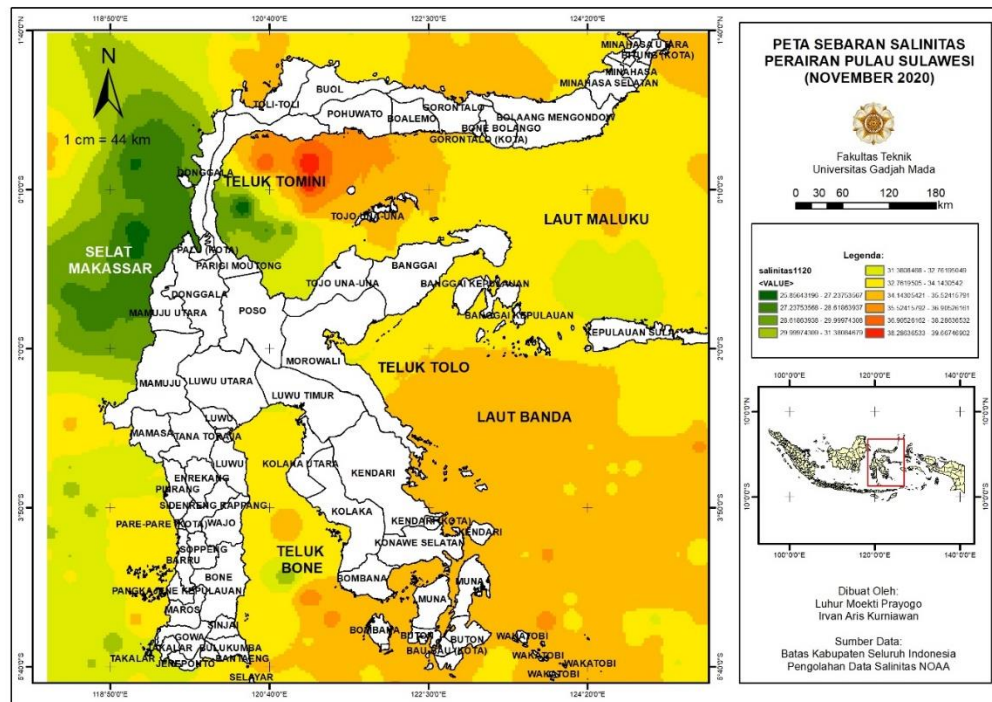


Gambar 2. Peta sebaran salinitas di perairan pulau Sulawesi pada Juli 2020

B. Salinitas di Perairan Sulawesi pada November 2020

Kedua, data yang digunakan merupakan data salinitas pada November 2020 yang mewakili musim penghujan. Dari hasil pengolahan menunjukkan bahwa salinitas di perairan Sulawesi pada musim penghujan berkisar 25,71475 hingga 39,74392 ppt. Nilai tersebut berarti dalam satu kilogram air laut di perairan Pulau Sulawesi mengandung sekitar 25,71475 hingga 39,74392 gram garam terlarut. Kemudian, rata-rata kandungan salinitas yang terjadi pada musim penghujan khususnya pada November 2020 sebesar 33,5067 ppt. Berikut (Gambar 3) merupakan peta sebaran salinitas di Perairan Sulawesi pada November 2020.

Dari peta di dibawah menunjukkan bahwa kandungan salinitas di perairan pulau Sulawesi berbeda-beda. Di selat Makassar dan sebagian Teluk Tomoni kandungan salinitas relatif rendah berkisar 25 hingga 29 ppt. Kemudian kandungan salinitas 29 hingga 34 ppt terdapat hampir di semua perairan di pulau Sulawesi. Selanjutnya kandungan salinitas tertinggi yang didapat dari pengolahan data November 2020 terdapat di wilayah teluk Tomoni dengan kisaran 34 hingga 39 ppt. Dari data salinitas diatas menunjukkan bahwa nilai rata-rata salinitas musim penghujan lebih rendah dibandingkan dengan musim kemarau. Namun pada musim penghujan ditemukan kandungan salinitas mencapai 39 ppt pada wilayah teluk. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh fluktuasi daratan yang masuk ke perairan laut.



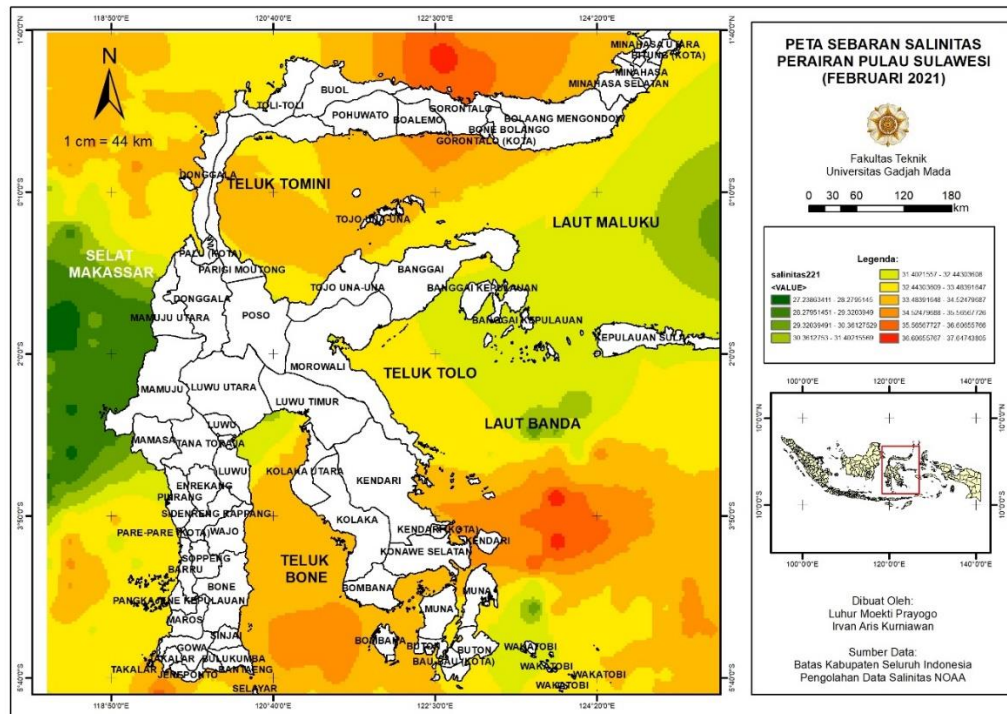
Gambar 3. Peta sebaran salinitas di perairan pulau Sulawesi pada November 2020

C. Salinitas di Perairan Sulawesi pada Februari 2021

Ketiga, data yang digunakan merupakan data salinitas pada Februari tahun 2021 yang mewakili musim penghujan. Dari hasil pengolahan menunjukkan bahwa salinitas di perairan Sulawesi pada musim penghujan khususnya Februari 2021 berkisar 27,23574 hingga 37,73476 ppt. Nilai tersebut dapat dikatakan dalam satu kilogram air laut di perairan Pulau Sulawesi mengandung sekitar 27,23574 hingga 37,73476 gram garam terlarut. Kemudian, rata-rata kandungan salinitas yang terjadi pada Februari 2021 sebesar 33,00557 ppt. Berikut (Gambar 4) merupakan peta sebaran salinitas di Perairan Sulawesi pada Februari 2021.

Dari peta dibawah menunjukkan bahwa kandungan salinitas di perairan sekitar pulau Sulawesi berbeda-beda. Di sebagian selat Makassar, sekitar Laut Maluku dan Teluk Tolo kandungan salinitas relatif rendah berkisar antara 27 hingga 30 ppt. Kemudian kandungan salinitas 30 hingga 34 ppt terdapat hampir di semua perairan di pulau Sulawesi. Selanjutnya kandungan salinitas tertinggi yang didapat dari pengolahan data bulan Februari 2021 terdapat di wilayah Laut Banda, Teluk Bone dan Teluk Tomini dengan kisaran 34 hingga 37 ppt. Dari data salinitas bulan Februari 2021 menunjukkan bahwa nilai rata-rata salinitas musim penghujan lebih rendah dibandingkan dengan musim kemarau pada bulan Juli 2020. Namun pada musim penghujan juga, khususnya

pada bulan Februari 2021 kandungan salinitas mencapai 37 ppt pada wilayah sekitar Laut Banda dan perairan sekitar Kabupaten Gorontalo.



Gambar 4. Peta sebaran salinitas di perairan pulau Sulawesi pada Februari 2021

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa perairan di sekitar Pulau Sulawesi memiliki rerata dari muka air tinggi sebesar 1,3 meter dan muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah sebesar 0,9 meter. Dari perhitungan dihasilkan bilangan Formzahl sebesar 0,8 ($0,25 < F \leq 1,5$) yang berarti tipe pasang surut masuk dalam kategori campuran cenderung semi-diurnal. Tipe ini menggambarkan bahwa dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. Hasil analisis salinitas menunjukkan bahwa pada Juli 2020 kandungan salinitas berkisar 29,63 hingga 36,45 ppt dengan rata-rata 33,99 ppt. Pada November 2020 kandungan salinitas berkisar 25,71 hingga 39,74 ppt dengan rerata sebesar 33,50 ppt. Pada Februari 2021 kandungan salinitas berkisar 27,23 hingga 37,73 ppt dengan rerata sebesar 33,00 ppt. Salinitas terendah diperoleh pada musim penghujan November 2020 dan kandungan salinitas tertinggi pada bulan yang sama di sebagian kecil wilayah. Pada musim kemarau rerata kandungan salinitas air laut di perairan Sulawesi relatif tinggi dibandingkan musim penghujan dengan nilai kandungan terendah sebesar 29,63 ppt. Penelitian selanjutnya

diharapkan menambah data pengukuran *in-situ* berupa salinitas dan data curah hujan dari pihak terkait sehingga hasil analisis akan lebih akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada lembaga *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) yang telah menyediakan data salinitas dan Badan Informasi Geospasial (BIG) yang telah menyediakan data pasang surut, sehingga dapat digunakan dalam penelitian ini. Tidak lupa penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah membiayai penulis dalam menempuh studi S2.

REFERENSI

- Arifin, T., Yulius, Y., & Ismail, M. F. A. (2012). Kondisi arus pasang surut di perairan pesisir kota Makassar, Sulawesi Selatan. *DEPIK Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 1(3). Badan Pusat Statistik. (2015). *Statistik Nasional Indonesia*. Jakarta.
- Dinas Komunikasi Informatika Statistik dan Persandian Provinsi Sulawesi Selatan. (2018). Geografi. Profil Provinsi. Diakses 2 Maret 2021, dari https://sulselprov.go.id/pages/profil_provinsi#:~:text=GEOGRAFI%3A,Makassar%2C%20Sebelah%20Selatan%20Laut%20Flores.
- Effendi. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Kalor, J. D., Dimara, L., Indrayani, E., Warpur, M., Paulangan, Y. Y. P., & Paiki, K. (2018). Studi Karakteristik Pasang Surut Perairan Laut Mimika, Provinsi Papua. *ACROPORA: Jurnal Ilmu Kelautan Dan Perikanan Papua*, 1(1), 19–28.
- Hidayah, Z., Wardhani, M. K., & Prayogo, L. M. (2018). Modelling sea level rise impact on small islands: case study Gili Raja island of Sumenep Madura. *ISOCEEN Proceeding. ITS Surabaya*, 177, 1–8.
- Ismail, M. F. A., & Taofiqurohman, A. (2012). Sebaran Horizontal Suhu, Salinitas dan Kekeruhan Di Pantai Dumoga, Sulawesi Utara. *Jurnal Harpodon Borneo*, 5(1).
- Kementerian Luar Negeri Republik Indonesia. (2018). Geografi1. Diakses 3 Maret 2021, dari <https://kemlu.go.id/nur-sultan/id/pages/geografi/41/etc-menu#>.
- Najamuddin, N. (2018). Variasi Musiman Parameter Fisika Kimia Di Sekitar Perairan Estuaria Jeneberang, Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Kemaritiman Dan Sumber Daya Pulau-Pulau Kecil*, 2(1).
- Ongkosongo, O. S. R., & S. (1989). *Pasang Surut (Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (ed.))*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Patty, S. I. (2013). Distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(3).
- Prayogo, L. M. (2021). Analisis Kenaikan Muka Air Laut di Perairan Kalianget Kabupaten Sumenep Tahun 2000-2020. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 2(1), 61–68. <https://doi.org/https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i1.10035>.

- Sosilawati, S. T., Wahyudi, A. R., ST, Mu., Mahendra, Z. A., Wibowo Massudi, S. T., ST Mulyani, N., & ST Mona, H. L. L. (2016). Sinkronisasi Program dan Pembiayaan Pembangunan Jangka Pendek 2018-2020 Keterpaduan Pengembangan Kawasan dengan Infrastruktur PUPR Pulau Sulawesi (Vol. 1).
- Triatmodjo, B. (2012). Perencanaan Bangunan Pantai (Vol. 2). Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, Bambang. (2009). Perencanaan Pelabuhan. Yogyakarta: Beta Offset.
- Widyantoro, B. T. (2014). Karakteristik Pasang Surut Laut di Indonesia. *GEOMATIKA*, 20(1).
- Wyrski, K. (1961). Physical oceanography of the Southeast Asian waters. In Scientific Results of Marine Investigations of the South China Sea and the Gulf of Thailand (Vol. 2). The University of California.