

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Estuari merupakan wilayah perairan setengah tertutup yang memiliki keterhubungan langsung dengan laut lepas dan menerima suplai air tawar dari daratan yang di akibatkan akibat pengaruh gaya pasang surut. Salah satu wilayah estuari yang berada di Kota Makassar yakni Muara Sungai Jeneberang. Muara Sungai Jeneberang adalah salah satu sungai besar yang ada di Kabupaten Gowa. Sungai ini berasal dan mengalir dari bagian timur Gunung Bawakaraeng dan Gunung Lompobattang yang kemudian menuju hilirnya di Selat Makassar (Djumali et al., 2022).

Muara Sungai Jeneberang mendapat pengaruh pasang surut air laut dengan karakteristik pasang semi diurnal. Kejadian pasang surut akan mentransportkan air dari laut menuju perairan pantai pada saat pasang dan dari perairan pantai ke laut lepas pada saat surut. Kondisi perairan di muara sungai terjadi sangat dinamis karena dipengaruhi seperti arus sungai yang kuat dan pasang surut, yang berdampak pada pola sirkulasi salinitas, suhu, tingkat pencampuran air asin dan air tawar (Karamma et al., 2020).

Pasang surut timbul karena pengaruh gaya tarik benda-benda langit terutama bulan dan matahari terhadap bumi. Pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik-menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan (Prarikeslan, 2016).

Pasang surut air laut memiliki variasi yang mencakup kondisi pasang tertinggi hingga surut terendah. Ketika terjadi pasang laut purnama (*spring tide*), tinggi muka air laut mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan hari-hari biasa. Kondisi ini menyebabkan perubahan yang mencolok pada distribusi salinitas di wilayah muara. Sebaliknya, pada pasang laut perbani (*neap tide*), tinggi pasang cenderung lebih rendah dan perbedaan antara pasang dan surut menjadi lebih kecil, sehingga menyebabkan fluktuasi salinitas yang cukup besar di wilayah muara (Sa'adah & Widagdo, 2020).

Pergerakan massa air memiliki peran penting dalam memengaruhi fluktuasi parameter oseanografi permukaan, seperti salinitas dan suhu permukaan laut. Kedua parameter ini merupakan indikator fisik utama yang menentukan kelayakan suatu ekosistem perairan. Karakteristik salinitas dan suhu terus berubah seiring dengan dinamika pergerakan air yang berlangsung secara kontinu, baik karena faktor alami maupun pengaruh aktivitas manusia. Beragam kegiatan manusia pun dapat secara langsung mempercepat perubahan kondisi salinitas dan suhu di suatu kawasan perairan (Sa'adah & Widagdo, 2020).

Hubungan antara salinitas dan suhu memiliki pengaruh penting di daerah muara sungai. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan kajian tentang informasi distribusi salinitas dan suhu menggunakan software ODV (Ocean Data View) 4.0.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Melihat kondisi distribusi spasial vertikal dan horizontal salinitas dan suhu di Muara Sungai Jeneberang Kota Makassar.
2. Melihat kondisi distribusi spasial salinitas dan suhu pada kondisi *spring tide* dan *neap tide*.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan informasi atau data acuan mengenai distribusi spasial salinitas dan suhu di Muara Sungai Jeneberang maupun di penelitian selanjutnya.

1.3 Landasan Teori

1.3.1 Salinitas

Dua zat yang mencolok dalam laut adalah air dan garam. Salinitas air laut menyatakan jumlah garam dalam jumlah air tertentu. Secara sederhana, salinitas didefinisikan sebagai jumlah total dari zat yang larut dalam gram di dalam satu kilogram air laut (Prarikeslan, 2016). Kadar salinitas di muara sungai dan pantai dekat muara dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain musim, kisaran pasang surut (pasut) air laut, topografi pantai dan sifat sungai. Perairan laut yang memiliki kisaran pasut yang tinggi dan topografi pantai yang landai, maka ketika pasang perairan di sekitar muara sungai menjadi payau bahkan dapat menerobos jauh ke arah daratan. Di estuari dengan aliran sungai bermuara, salinitas jauh lebih rendah dibandingkan dengan salinitas perairan laut lepas. Hal tersebut disebabkan adanya pencampuran massa air laut dengan massa air sungai yang salinitasnya rendah (Rangkuti et al., 2017).

Perbedaan nilai salinitas air laut dapat disebabkan terjadinya pengacauan (*mixing*) akibat gelombang laut ataupun gerakan massa air yang ditimbulkan oleh tiupan angin. Keberadaan nilai salinitas dalam distribusinya di perairan laut sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adanya interaksi masuknya air tawar ke dalam perairan laut melalui sungai, juga dipengaruhi penguapan dan curah hujan. Distribusi salinitas memiliki sifat yang berbanding terbalik dengan suhu, karena salinitas merupakan salah satu parameter oseanografi yang relatif konstan nilainya (Patty, 2013).

Di muara sungai atau estuari, pertemuan antara air sungai dengan air laut menyebabkan terjadinya stratifikasi salinitas secara vertikal. Jika arus pasang surut lebih besar daripada aliran sungai, maka kolom air pertemuan tersebut bercampur dengan baik, tidak ada stratifikasi salinitas secara vertikal. Pada pemisahan air dengan salinitas rendah dan tinggi di daerah yang terjadi secara

horizontal, salinitas akan semakin rendah di daerah yang lebih dekat dengan sungai. Jika aliran sungai lebih dominan daripada arus pasang surut, maka air laut yang lebih tinggi kerapatannya berada di bawah air sungai (Rangkuti et al., 2017).

1.3.2 Suhu

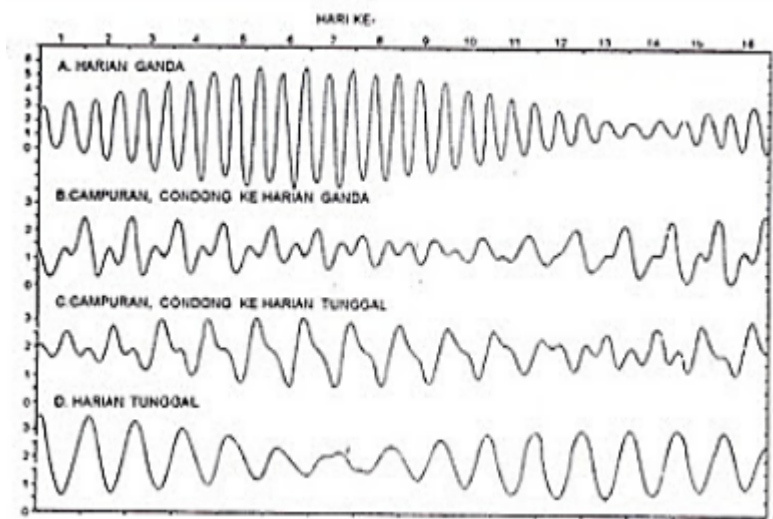
Suhu adalah salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme, karena suhu mempengaruhi baik aktivitas metabolisme maupun perkembangan dari organisme tersebut. Suhu sangat dipengaruhi oleh banyak hal seperti lintang, musim, ketinggian dari permukaan laut, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman air. Suhu juga berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Peningkatan suhu akan meningkatkan viskositas, reaksi kimia, evaporasi dan volatilisasi (Sahriadi, 2021).

Bervariasinya nilai suhu air yang terjadi, mengindikasikan bahwa nilai suhu di perairan ini dipengaruhi oleh faktor eksternal antara lain cuaca dan angin. Angin yang berhembus kencang di atas permukaan laut akan menyebabkan penguapan dan mengalirkan panas dari laut ke udara. Penguapan dan pemindahan panas itu menyebabkan laut kehilangan energi dan mengakibatkan pendinginan. Sebaliknya melemahnya angin yang berhembus di atas permukaan laut berarti lapisan permukaan semakin tenang, sehingga penyinaran matahari sangat efektif bagi pemanasan massa air pada lapisan permukaan secara langsung yang mengakibatkan suhu air permukaan menjadi naik (Patty et al., 2020).

Distribusi suhu di perairan estuari terutama dipengaruhi oleh penyinaran matahari. Di beberapa estuari, seringkali suhu air sungai lebih rendah daripada air laut. Hal ini terjadi karena besarnya kapasitas panas dari laut dan lambatnya respons air laut terhadap proses pemanasan dan pendinginan. Suhu air laut pada lapisan permukaan lebih hangat daripada suhu di lapisan dasar. Namun, variasi suhu pada perairan estuari lebih rendah daripada perairan laut. Suhu air di perairan estuari lebih bervariasi daripada perairan laut di sekitarnya. Dasar perairan estuari akan mengalami perubahan suhu yang lebih cepat panas dan cepat pula dingin (Rangkuti et al., 2017).

1.3.3 Pasang Surut

Pengaruh yang paling besar dalam pembentukan pasang surut air laut adalah matahari dan bulan. Pada garis besarnya, pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik menarik antara bumi, bulan dan matahari. Pengaruh dari gravitasi bulan terhadap pasang surut air laut berpengaruh lebih besar daripada pengaruh gravitasi matahari. Hal ini dikarenakan posisi letak bulan lebih dekat terhadap bumi, dibandingkan dengan letak matahari terhadap bumi. Pergerakan dari matahari, bumi dan bulan merupakan penentu dari perubahan paras laut di bumi (Yona et al., 2017).



Gambar 1. Grafik tipe pasang surut (sumber: Kisanarti & Prasita 2019)

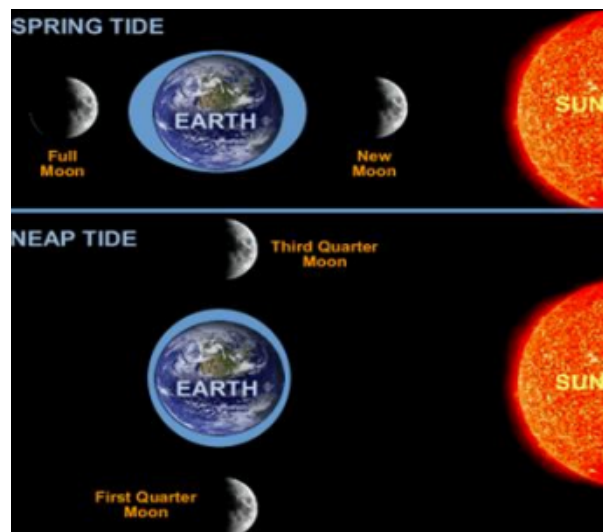
Menurut Kisanarti & Prasita (2019) secara umum, pasang surut diberbagai daerah dapat dibedakan dalam 4 (empat) tipe (Gambar 1), yaitu pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), harian ganda (*semidiurnal tide*) dan 2 (dua) jenis campuran dengan klasifikasi dari sifat pasang surut berdasarkan perhitungan adalah:

1. Pasang surut harian ganda (Nilai $F < 0,25$), artinya dalam satu hari terdapat dua kali air tinggi dan dua kali air rendah, dengan ketinggian dua air tinggi dan rendah berurutan yang hampir sama.
2. Pasang surut campuran cenderung ganda ($0,25 < F < 1,5$), artinya dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali air surut tetapi tinggi dan periodenya berbeda.
3. Pasang surut campuran cenderung tunggal ($1,5 < F < 3,0$), artinya dalam satu hari terjadi satu air pasang dan satu air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda.
4. Pasang surut tunggal (nilai $F > 3,0$), artinya dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut.

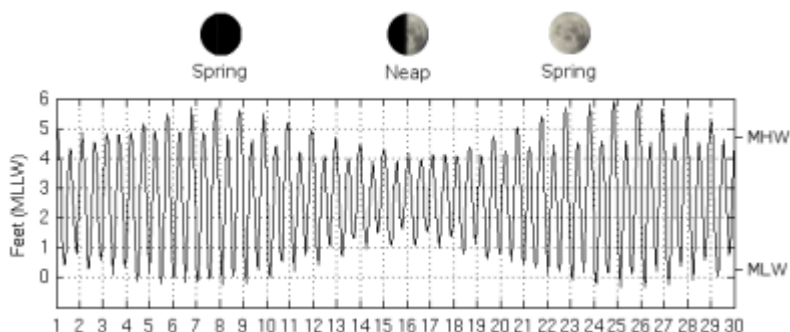
Umumnya pasang-surut terbagi menjadi dua yaitu pasang surut purnama (*spring tide*) dan pasang surut perbani (*neap tide*). Pasang surut air laut di permukaan bumi dengan kedudukan tertinggi terjadi pada saat titik pusat bumi, bulan dan matahari berada dalam satu garis lurus dan saling memperkuatnya pengaruh dari masing-masing gaya penggerak pasut (bulan dan matahari), pasang ini biasa disebut dengan pasang purnama (*spring tide*). Sedangkan pasang surut laut dengan tunggang minimum terjadi pada keadaan di mana garis hubung titik-titik pusat bumi dan matahari tegak lurus dengan garis hubung titik-

titik pusat bumi dengan bulan yang dinamakan pasang perbani (*neap tide*) (Yona et al., 2017).

Pada bulan baru dan bulan purnama, maka akan terjadi air pasang tertinggi dan air surut terendah sehingga mengakibatkan perbedaan yang besar pada saat air pasang dan air surut. Kedudukan demikian disebut *spring tide*, sedangkan pada perempat ke-1 dan perempat ke-2, bulan berada pada posisi 90° dari garis bumi matahari. Dalam hal ini gaya tarik bulan dan gaya tarik matahari mempunyai arah yang berlawanan, sehingga akan terjadi air pasang terendah dan air surut tertinggi, mengakibatkan perbedaan yang kecil pada saat air pasang dan air surut. Kedudukan demikian disebut *neap tide* (Gambar 2). Akibat gabungan dari keadaan ini ialah terjadinya *spring tide* dan *neap tide* berganti-ganti setiap 7,5 hari (Gambar 3). Akibat lainnya ialah terjadinya pergantian air pasang dan air surut dengan interval 6 jam 12 menit, dengan catatan setiap hari akan terlambat 50 menit (Kisnarti & Prasita, 2019).



Gambar 2. Ilustrasi *spring tide* dan *neap tide* (sumber: Kisnarti & Prasita, 2019)



Gambar 3. Grafik pasang surut di suatu lokasi dalam 1 bulan. Sumber: Kismanarti & Prasita (2019)

1.3.4 Ocean Data View (ODV)

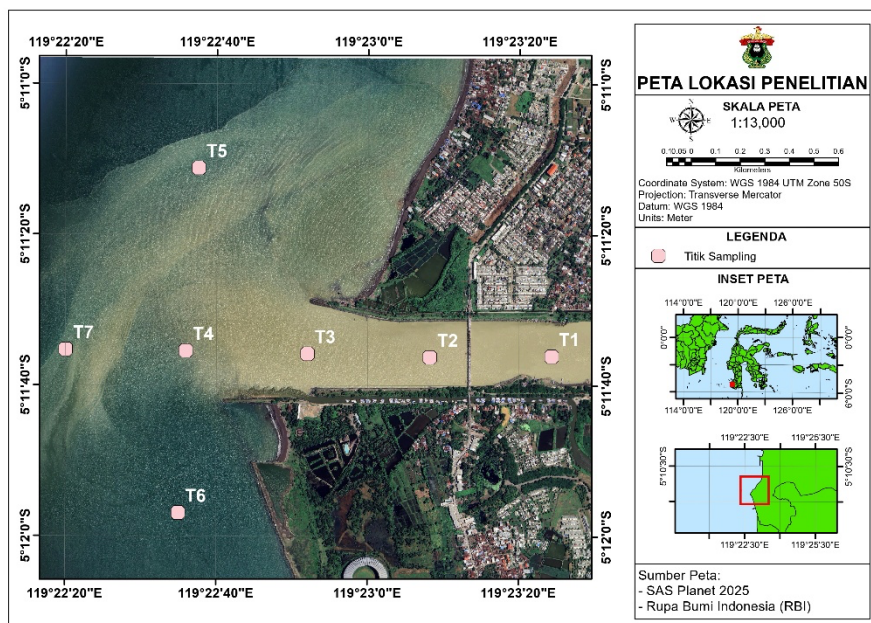
Ocean Data View (ODV) adalah perangkat lunak gratis yang digunakan untuk analisis interaktif dan visualisasi data oseanografi serta data geo-referensi lainnya, seperti profil, lintasan, atau deret waktu. ODV mendukung berbagai sistem operasi (Windows, Mac OS X, Linux, UNIX) dan memungkinkan pengguna untuk mengelola dataset yang sangat besar dengan perangkat keras standar. Fitur utamanya meliputi pembuatan peta stasiun berkualitas tinggi, plot hubungan antar-parameter, profil penampang sepanjang lintasan pelayaran, serta distribusi parameter pada isosurface seperti kedalaman atau suhu tertentu. ODV juga menyediakan beberapa algoritma gridding untuk kontur dan pewarnaan data, mendukung data skalar dan vektor, serta memungkinkan perhitungan dan tampilan variabel turunan. Perangkat lunak ini kompatibel dengan banyak format data kelautan internasional dan menawarkan berbagai opsi impor, filter, serta kustomisasi grafik. ODV banyak digunakan oleh komunitas ilmuwan dan mahasiswa di seluruh dunia karena kemudahan penggunaan, fleksibilitas, dan kemampuannya dalam visualisasi data oseanografi secara mendalam. (Schlitzer, 2015).

Dalam penelitian ini, jenis peta yang digunakan sebagai latar batimetri adalah GEBCO 2023, yaitu grid bathimetri global resolusi tinggi yang dikembangkan oleh proyek *The Nippon Foundation-GEBCO Seabed 2030* yang bertujuan untuk memetakan seluruh dasar laut dunia secara lengkap pada tahun 2030. Peta GEBCO 2023 digunakan secara luas dalam berbagai bidang, seperti navigasi laut, geologi kelautan, eksplorasi sumber daya mineral laut dalam, pemodelan habitat laut, dan validasi data satelit. Dalam navigasi, GEBCO membantu perencanaan jalur pelayaran dan mendukung keselamatan maritim. Di bidang geologi, data topografi dasar laut dari GEBCO digunakan untuk menganalisis struktur tektonik dan morfologi dasar laut. Sementara itu, dalam ekologi laut, peta ini mendukung pemetaan habitat berdasarkan kontur dan kedalaman (Weatherall et al., 2015).

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada tanggal 4 Mei & 13 Mei 2025 di Muara Sungai Jeneberang, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Pengukuran salinitas dan suhu secara horizontal terbagi dalam 7 titik sampling pada kedalaman yang bervariasi yaitu 0.0 m, 0.5 m, 1.0 m dan 2.0 m. Pengambilan data ini dilakukan pada kondisi menuju pasang dan surut selama siklus *spring tide* dan *neap tide* berlangsung.



Gambar 4. Peta lokasi penelitian (sumber: SASplanet, ArcGIS)

2.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam **tabel 1** dan **2** sebagai berikut.

Tabel 1. Alat-alat yang digunakan

No.	Alat	Kegunaan
1.	Perahu	Digunakan sebagai transportasi menuju ke lokasi titik sampling
2.	Avenza Maps	Digunakan untuk menentukan titik koordinat pada lokasi titik sampling

No.	Alat	Kegunaan
3	Kammerrer Water Sampler	Digunakan untuk mengambil sampel air
4	Water Quality Tester	Digunakan untuk mengukur kualitas air
6	Gelas kimia	Digunakan untuk wadah pengukuran sampel
7	Botol semprot	Digunakan untuk menyimpan cairan aquades
8	Aplikasi Ocean Data View	Digunakan untuk mengolah data

Tabel 2. Bahan-bahan yang digunakan

No.	Bahan	Kegunaan
1.	<i>Aquades</i>	Digunakan untuk mengkalibrasi alat
2.	<i>Tissue</i>	Digunakan untuk membersihkan alat

2.3 Sumber Data

Data penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data hasil pengukuran yaitu salinitas dan suhu. Sedangkan data sekunder pasang surut dalam penelitian ini adalah data yang didapatkan dari pengamatan stasiun pasang surut milik Badan Informasi Geospasial (BIG).

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Tahapan Persiapan

Tahap persiapan dalam penelitian ini meliputi studi literatur, yang dilakukan untuk mempelajari dan penguatan kerangka teoritis, perumusan masalah, serta penyusunan metodologi. Selanjutnya dilakukan tahap observasi awal untuk mengetahui kondisi lapangan serta membuat perencanaan penelitian yang sesuai dengan objek penelitian serta mempersiapkan alat-alat dan bahan yang digunakan selama penelitian di lapangan.

2.4.2 Penentuan Stasiun

Penentuan titik sampling pengukuran dilakukan dengan metode *purposive sampling*, dengan pertimbangan 7 titik stasiun yang berjarak sejauh 500 dan 700 meter pengukuran sudah dapat mewakili atau merepresentasikan daerah penelitian. Penentuan titik lokasi dilakukan dengan menggunakan Avenza Maps. Dengan titik 3 ditandai sebagai bagian Muara Sungai Jeneberang dengan jarak 1 km menuju hulu dan 1 km menuju laut lepas serta 700 m ke arah utara dan selatan.

2.4.3 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel menggunakan alat *Kammerrer Water Sampler* yang sudah diberi penanda pada tali pada tiap kedalaman 0.0, -0.5, -1.0 dan -2.0 meter. Sampel yang telah diambil kemudian di simpan di gelas kimia yang selanjutnya akan dilakukan pengukuran.

2.4.4 Pengukuran Parameter Salinitas dan Suhu

Pengukuran **Salinitas** dan **Suhu** dilakukan secara langsung di lapangan dengan menggunakan alat *Water quality tester*, pertama-tama alat di kalibrasi menggunakan *aquades*. Setelah itu *Water quality tester* dicelupkan ke dalam gelas kimia lalu tunggu beberapa saat hingga muncul angka pada *display*, setelah itu catat hasil pengukuran.

2.4.5 Analisis Data

Pengolahan data penelitian terdiri dari data pasang surut, salinitas dan suhu. Data sekunder pasang surut selama 30 hari diolah menggunakan metode admiralty untuk memperoleh nilai konstanta harmonik pasang surut, sehingga dapat menentukan tipe pasang surut di Muara Sungai Jeneberang. Hasil pengolahan data pasang surut digunakan untuk menentukan waktu pengambilan data suhu dan salinitas, yaitu pada kondisi *spring tide* dan *neap tide*. Data suhu dan salinitas dianalisis distribusinya secara horizontal maupun vertikal menggunakan *software* Ocean Data View (ODV) 4.0.

2.4.5.1 Data Pasang Surut

Konstanta harmonik pasang surut dalam perhitungan Metode Admiralty terdiri dari komponen pasut Semidiurnal (M2, S2, N2, K2), komponen pasut Diurnal (K1, O1, P1 dan komponen pasut Shallow (M4, MS4) dan nilai *formzahl*. Bilangan *formzahl* yakni pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut harian utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama. Hasil perhitungan bilangan *formzahl* ini akan diketahui tipe pasang surut pada suatu perairan (Pasaribu et al., 2022). Persamaan yang digunakan yaitu:

$$F = \frac{A_{O1} + A_{K1}}{A_{M2} + A_{S2}}$$

Keterangan:

- AO1 dan AK1 = Amplitudo komponen pasang surut harian utama
- AM2 dan AS2 = Amplitudo komponen pasang surut ganda utama

Analisis harmonik dengan metode Admiralty mempunyai 3 tahapan yaitu tahap pertama, tahap kedua dan tahap ketiga yang disusun dari skema 1 sampai dengan skema 8. Tahap pertama yaitu dengan cara memisahkan komponen-komponen utama pasut berdasarkan proses hariannya. Tahap kedua yaitu dengan cara memisahkan komponen-komponen utama pasut berdasarkan proses bulanannya. Tahap ketiga merupakan tahap terakhir dimana diperoleh nilai ketinggian *mean sea level* (S0) serta nilai konstanta komponen utama pasut seperti M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2, dan P1. Nilai konstanta ini terdapat nilai amplitudo (A, dalam centimeter) dan nilai fase (g, dalam derajat) (Pasaribu et al., 2022). Berikut deskripsi skema yang digunakan dalam perhitungan metode *admiralty*.

- Skema 1: Matriks data tinggi pasang surut yang terdiri dari jam pengamatan dan tanggal pengamatan.
- Skema 2: Matriks penyesuaian skema 1 dengan kolom sebagai X1, Y1, X2, Y2, X4, dan Y4 dan baris sebagai tanggal pengamatan.
- Skema 3: Matriks penyesuaian skema 2 dengan kolom sebagai X0,X1, Y1, X2, Y2, X4, dan Y4 dan baris sebagai jam pengamatan.
- Skema 4: Matriks penyesuaian skema 3 dengan kolom sebagai kombinasi X dan Y dengan 0, 2, b, 3, c, 4, dan d dan baris sebagai tanggal pengamatan.
- Skema 5 dan 6: Matriks penyesuaian skema 4 dengan kolom sebagai S0, M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4 dengan tabel faktor analisa untuk pengamatan 29 hari.
- Skema 7: Mencari nilai tiap-tiap komponen pasang surut utama.
- Skema 8: Penyusunan hasil komponen pasang surut utama.

2.4.5.2 Ocean Data View (ODV)

Pertama, muatlah data dengan membuka menu “File” dan memilih “Open”, kemudian pilih file data berformat .csv. Di jendela “Data Importer”, sesuaikan pemetaan kolom seperti lintang, bujur, kedalaman, dan variabel lainnya agar tepat. Pastikan setiap tipe data sudah sesuai, lalu tekan “OK”. Saat data berhasil dimuat, daftar stasiun akan muncul di jendela “Collection”. Selanjutnya, buat tampilan plot baru melalui menu “View” dengan memilih “Add New Window” dan menentukan jenis plot yang diinginkan, misalnya “Map” untuk menunjukkan lokasi stasiun, “Scatter” untuk memvisualisasikan profil vertikal, atau “Section” untuk menampilkan penampang. Setelah plot muncul, gunakan panel samping untuk mengatur tampilannya dan parameter-parameter yang diperlukan: pilih variabel yang akan diplot, atur rentang sumbu, pilih skema warna yang sesuai, dan tambahkan label. Terakhir, untuk menyimpan hasil visualisasi, buka “File” dan pilih “Export” guna mengeksport plot sebagai gambar dengan format .png.

Validasi untuk menilai tingkat akurasi antara data lapangan dengan *output* hasil ODV menggunakan persamaan *Root Mean Square Error* (RMSe). Menurut Chai & Draxler, 2014 sebuah model dapat diterima apabila memiliki tingkat kesalahan yang kecil berdasarkan kriteria RMSE berikut.

Tabel 3. Kategori nilai RMSE (%)

RMSE	Tingkat Kesalahan
0.00 – 0.299 (0 – 29.9)	Kecil
0.30 – 0.599 (30 – 59.9)	Sedang
0.60 – 0.899 (60 – 89.9)	Besar
>0.9 (>90)	Sangat Besar

Persamaan yang digunakan untuk menunjukkan tingkat akurasi data hasil ODV dengan data lapangan sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum (x_i - \hat{x}_i)^2}$$

Dimana x_i adalah nilai lapangan, $\hat{x}_i$ adalah nilai prediksi dan n adalah jumlah total data. Nilai RMSE yang lebih kecil menunjukkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dari model atau data estimasi yang digunakan

