

# **SKRIPSI**

## **SIMULASI KOMPUTASI POLA PENYEBARAN SALINITAS DAN TEMPERATUR AKIBAT PASANG SURUT DI DAERAH REKLAMASI CPI MAKASSAR**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**MUHAMMAD RIFKI RAHMAT  
D011 19 1119**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### **SIMULASI KOMPUTASI POLA PENYEBARAN SALINITAS DAN TEMPERATUR AKIBAT PASANG SURUT DI DAERAH REKLAMASI CPI MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh

**MUHAMMAD RIFKI RAHMAT**  
**D011 19 1119**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian  
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 4 Desember 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng  
NIP. 196805292002121002

Menyetujui,  
Pembimbing Utama,



Dr. Eng. Ir. Mukhsan Putra Hatta ST., MT.  
NIP: 197305121999031002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Muhammad Rifki Rahmat

NIM : D011 19 1119

Program Studi : Teknik Sipil

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Simulasi Komputasi Pola Penyebaran Salinitas dan Temperatur akibat Pasang  
Surut di Daerah Reklamasi CPI Makassar }

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, Desember 2024



Yang Menyatakan

Muhammad Rifki Rahmat

## ABSTRAK

**MUHAMMAD RIFKI RAHMAT.** *Simulasi Komputasi Pola Penyebaran Salinitas dan Temperatur akibat Pasang Surut di Daerah Reklamasi CPI Makassar* (dibimbing oleh Dr. Eng. Ir. Mukhsan Putra Hatta, S.T., M.T.)

Reklamasi Center Point of Indonesia memberikan dampak yang besar terhadap perubahan kondisi perairan Pantai Losari. Dan pasang surut membawa potensi dampak yang luas dan harus dipertimbangkan dengan serius dalam perencanaan dan pengembangan wilayah pesisir. Sehingga dibutuhkan pemahaman tentang pola penyebaran salinitas dan temperatur akibat pasang surut di daerah reklamasi sebagai pertimbangan untuk pengelolaan dampak lingkungan yang mungkin terjadi. Maka diperlukan penelitian dengan tujuan: (i) mengetahui pengaruh pasang surut terhadap pola penyebaran salinitas dan temperatur di daerah reklamasi Center Point of Indonesia Makassar, (ii) mengetahui nilai salinitas dan temperatur akibat pasang surut di daerah reklamasi Center Point of Indonesia. Dilakukan Metode literatur yang mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data dan melakukan simulasi pemodelan numerik dua dimensi. Dengan hasil simulasi yaitu, nilai salinitas dan temperatur di perairan antara Pantai Losari dan CPI Makassar konstan terhadap pasang surut diakibatkan tidak dipengaruhi oleh air tawar yang berasal dari Kanal Jongaya dengan rentang nilai salinitas yaitu 34.24-34.49 PSU dan temperatur bernilai 30.52-30.58 °C. Pada ujung kanal Jongaya nilai salinitas berbanding lurus dengan kenaikan muka air laut dengan nilai salinitas 26.74-34.14 PSU serta nilai temperatur yang berbanding terbalik dengan nilai 30.56-31.22 °C. Dan nilai salinitas Kanal Jongaya berkisar 20.74-28.97 PSU dengan nilai temperatur berkisar 30.99-31.53 °C.

Kata Kunci: Salinitas, Temperatur, Pasang Surut, Pemodelan Numerik

## ABSTRACT

**MUHAMMAD RIFKI RAHMAT.** *Computational Simulation of Salinity and Temperature Distribution Patterns Due to Tides in the CPI Makassar Reclamation Area* (supervised by Dr. Eng. Ir. Mukhsan Putra Hatta, S.T., M.T.)

Reclamation of the Center Point of Indonesia has a major impact on changes in the condition of Losari Beach waters. And tides carry a wide range of potential impacts and must be seriously considered in the planning and development of coastal areas. So it is necessary to understand the distribution pattern of salinity and temperature due to tides in the reclamation area as a consideration for the management of environmental impacts that may occur. Therefore, research is needed with the objectives of: (i) to determine the influence of tides on the distribution pattern of salinity and temperature in the Center Point of Indonesia Makassar reclamation area, (ii) to determine the value of salinity and temperature due to tides in the Center Point of Indonesia reclamation area. The method used is the literature method that collects, identifies, processes data and performs two-dimensional numerical modeling simulations. With the simulation results, the salinity and temperature values in the waters between Losari Beach and CPI Makassar are constant to the tides due to not being influenced by fresh water coming from the Jongaya Canal with a salinity value range of 34.24-34.49 PSU and a temperature value of 30.52-30.58 °C. At the end of the Jongaya Canal, the salinity value is directly proportional to the increase in sea level with a salinity value of 26.74-34.14 PSU and a temperature value that is inversely proportional to the value of 30.56-31.22 ° C. And the salinity value of Jongaya Canal ranges from 20.74-28.97 PSU with a temperature value of 30.56-31.22 °C.

Keywords: Salinity, Temperature, Tides, Numerical Modeling

## DAFTAR ISI

|                                                                  |      |
|------------------------------------------------------------------|------|
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....                                  | i    |
| PERNYATAAN KEASLIAN.....                                         | ii   |
| ABSTRAK .....                                                    | iii  |
| ABSTRACT .....                                                   | iv   |
| DAFTAR ISI.....                                                  | v    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                              | vii  |
| DAFTAR TABEL .....                                               | viii |
| DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....                           | ix   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                            | x    |
| KATA PENGANTAR .....                                             | xi   |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                                          | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                         | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                        | 2    |
| 1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan .....                          | 2    |
| 1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan .....                         | 3    |
| 1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan .....                       | 3    |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....                                     | 4    |
| 2.1 Estuari .....                                                | 4    |
| 2.2 Pasang Surut.....                                            | 4    |
| 2.3 Salinitas.....                                               | 8    |
| 2.4 Temperatur .....                                             | 9    |
| 2.5 Mike 21 .....                                                | 10   |
| 2.6 Validasi <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....           | 12   |
| 2.7 Penelitian Terdahulu .....                                   | 12   |
| BAB 3 METODE PENELITIAN.....                                     | 15   |
| 3.1 Bagan Alur Penelitian .....                                  | 15   |
| 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....                            | 16   |
| 3.3 Prosedur Penelitian.....                                     | 16   |
| 3.3.1 Metode Survey Batimetri dan Topografi .....                | 17   |
| 3.3.2 Metode Survey Pasang Surut .....                           | 19   |
| 3.3.3 Metode Survey Salinitas dan Temperatur .....               | 21   |
| 3.4 Teknik Analisis Data.....                                    | 21   |
| 3.4.1 Analisis Data Batimetri dan Topografi.....                 | 22   |
| 3.4.2 Analisis Data Pasang Surut.....                            | 22   |
| 3.4.3 Analisis Data Salinitas dan Temperatur .....               | 22   |
| 3.4.4 Running Model Menggunakan Mike 21 .....                    | 22   |
| 3.5 Validasi <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....           | 23   |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....                                  | 24   |
| 4.1 Analisis Data Batimetri dan Topografi .....                  | 24   |
| 4.2 Analisis Data Pasang Surut .....                             | 24   |
| 4.3 Pemodelan Mike 21 .....                                      | 26   |
| 4.3.1 Perbandingan Data Pasang Surut dengan Hasil Simulasi.....  | 26   |
| 4.3.2 Pola Salinitas akibat Pasang Surut.....                    | 27   |
| 4.3.2.1 Kondisi <i>Spring Tide</i> Pasang $\Delta t = 259$ ..... | 28   |
| 4.3.2.2 Kondisi <i>Spring Tide</i> Surut $\Delta t = 274$ .....  | 29   |

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.2.3 Kondisi <i>Spring Tide</i> Pasang Menuju Surut $\Delta t = 270$ ..... | 29 |
| 4.3.2.4 Kondisi <i>Spring Tide</i> Surut Menuju Pasang $\Delta t = 255$ ..... | 30 |
| 4.3.2.5 Kondisi <i>Neap Tide</i> Surut $\Delta t = 105$ .....                 | 31 |
| 4.3.2.6 Grafik Nilai Salinitas akibat Pasang Surut .....                      | 32 |
| 4.3.3 Pola Temperatur akibat Pasang Surut .....                               | 34 |
| 4.3.3.1 Kondisi <i>Spring Tide</i> Pasang $\Delta t = 259$ .....              | 34 |
| 4.3.3.2 Kondisi <i>Spring Tide</i> Surut $\Delta t = 274$ .....               | 35 |
| 4.3.3.3 Kondisi <i>Spring Tide</i> Pasang Menuju Surut $\Delta t = 270$ ..... | 36 |
| 4.3.3.4 Kondisi <i>Spring Tide</i> Surut Menuju Pasang $\Delta t = 255$ ..... | 37 |
| 4.3.3.5 Kondisi <i>Neap Tide</i> Surut $\Delta t = 105$ .....                 | 38 |
| 4.3.3.6 Grafik Nilai Temperatur akibat Pasang Surut .....                     | 39 |
| 4.4 Validasi <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE) .....                       | 41 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....                                              | 43 |
| 5.1 Kesimpulan .....                                                          | 43 |
| 5.2 Saran .....                                                               | 43 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                          | 44 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1. Skema Neap Tide dan Spring Tide .....                       | 5  |
| Gambar 2. Tipe-Tipe Pasang Surut.....                                 | 6  |
| Gambar 3. Bagan Alur Penelitian .....                                 | 15 |
| Gambar 4. Lokasi Penelitian .....                                     | 16 |
| Gambar 5. Survey Batimetri .....                                      | 17 |
| Gambar 6. Skema Survey Topografi.....                                 | 18 |
| Gambar 7. Alat Geodetik CHCNAV .....                                  | 18 |
| Gambar 8. Survey Topografi .....                                      | 19 |
| Gambar 9. Lokasi <i>Peil Scale</i> .....                              | 20 |
| Gambar 10. Skema Pemasangan <i>Peil Scale</i> .....                   | 20 |
| Gambar 11. Pemasangan <i>Peil Scale</i> .....                         | 21 |
| Gambar 12. Survey Salinitas dan Temperatur .....                      | 21 |
| Gambar 13. Grafik Data Pasang Surut.....                              | 25 |
| Gambar 14. Grafik Perbandingan Data Pasut dengan Hasil Simulasi ..... | 26 |
| Gambar 15. Lokasi Titik Acuan.....                                    | 27 |
| Gambar 16. Pola Salinitas $\Delta t = 259$ .....                      | 28 |
| Gambar 17. Pola Salinitas $\Delta t = 274$ .....                      | 29 |
| Gambar 18. Pola Salinitas $\Delta t = 270$ .....                      | 30 |
| Gambar 19. Pola Salinitas $\Delta t = 255$ .....                      | 31 |
| Gambar 20. Pola Salinitas $\Delta t = 105$ .....                      | 32 |
| Gambar 21. Grafik salinitas titik 1 .....                             | 32 |
| Gambar 22. Grafik salinitas titik 2 .....                             | 33 |
| Gambar 23. Grafik salinitas titik 3.....                              | 34 |
| Gambar 24. Pola temperatur $\Delta t = 259$ .....                     | 35 |
| Gambar 25. Pola temperatur $\Delta t = 274$ .....                     | 36 |
| Gambar 26. Pola temperatur $\Delta t = 270$ .....                     | 37 |
| Gambar 27. Pola temperatur $\Delta t = 255$ .....                     | 38 |
| Gambar 28. Pola temperatur $\Delta t = 105$ .....                     | 39 |
| Gambar 29. Grafik temperatur titik 1.....                             | 39 |
| Gambar 30. Grafik temperatur titik 2.....                             | 40 |
| Gambar 31. Grafik temperatur titik 3.....                             | 41 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1. Contoh Data Batimetri .....                           | 24 |
| Tabel 2. Konstanta Pasang Surut 6-20 November 2023 .....       | 25 |
| Tabel 3. Muka Air Penting.....                                 | 26 |
| Tabel 4. Perhitungan <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)..... | 41 |

## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

| Lambang/Singkatan       | Arti dan Keterangan                                                       |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| $F_N$                   | <i>Formzahl Number</i>                                                    |
| A                       | Amplitudo                                                                 |
| $K_1$                   | Komponen pasut tunggal yang disebabkan oleh gaya Tarik bulan dan matahari |
| $O_1$                   | Komponen pasut tunggal yang disebabkan oleh gaya Tarik bulan              |
| $M_2$                   | Komponen pasut ganda yang disebabkan oleh gaya Tarik bulan                |
| $S_2$                   | Komponen pasut ganda yang disebabkan oleh gaya Tarik matahari             |
| ‰                       | Permil                                                                    |
| $A_t$                   | Data hasil pengukuran                                                     |
| $F_t$                   | Data hasil prediksi                                                       |
| n                       | Jumlah data                                                               |
| x dan y                 | Koordinat kartesius                                                       |
| t                       | Waktu                                                                     |
| d                       | Kedalaman air tenang                                                      |
| h                       | Total kedalam air                                                         |
| $\bar{u}$ dan $\bar{v}$ | Kecepatan rata-rata kedalaman pada arah x dan y                           |
| S                       | Besarnya debit karena sumber titik                                        |
| $\bar{T}$               | Kedalaman rata-rata temperatur                                            |
| $\bar{s}$               | Kedalaman rata-rata salinitas                                             |
| $T_s$                   | Temperatur sumber                                                         |
| $s_s$                   | Salinitas sumber                                                          |
| GPS                     | <i>Global Positioning System</i>                                          |
| BM                      | <i>Bench Mark</i>                                                         |
| Z                       | Kedalaman                                                                 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 Data Pasang Surut Hasil Pengukuran dan Hasil Simulasi..... | 45 |
|-----------------------------------------------------------------------|----|

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Tugas Akhir dengan judul “Simulasi Komputasi Pola Penyebaran Salinitas dan Temperatur akibat Pasang Surut di Daerah Reklamasi CPI Makassar” diharapkan dapat memberikan pengetahuan kepada pembaca dan penulis, Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan hasil dari bimbingan, petunjuk, dan perhatian yang telah dilimpahkan oleh dosen pembimbing. Sehubungan dengan itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak **Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng.,** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak **Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge, S.T., M.Eng.,** selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak **Dr. Eng. Ir. Mukhsan Putra Hatta, S.T., M.T.** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan serta arahan dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingan, arahan, didikan, dan motivasi yang telah diberikan selama ini.
5. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan.
6. **Danish Hydraulic Institute (DHI) Water and Environment** yang telah memberikan *MIKE Student License* untuk menggunakan *MIKE ZERO 2023* sehingga membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Yang teristimewa penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu ayahanda **Muchtar**, dan ibunda **Rismawati**, beserta seluruh keluarga atas kasih sayang dan segala dukungan selama ini, baik spiritual maupun materi.
2. Tim **Hidrodinamika 09** yang banyak membantu dan memberi semangat selama menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Seluruh saudara **DS** yang senantiasa memberikan cerita selama dari awal hingga akhir perkuliahan, serta bantuan dan dukungan yang tiada henti, semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Saudara se-**PORTLAND 2020** atas segala momen dan bantuannya selama perkuliahan.
5. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu atas seluruh bantuan dan dukungan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Penyusun sadar tulisan ini jauh dari kesempurnaan, namun penyusun berharap penelitian ini dapat bermanfaat untuk ilmu pengetahuan.

Gowa, 03 Desember 2024

Penulis

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Reklamasi adalah suatu proses pembangunan yang menjorok ke arah laut dengan penambahan daratan baru yang berada di pesisir pantai. pembangunan reklamasi diperairan pantai losari yang disebut Center Point Of Indonesia di Makassar, menuai banyak polemik baik dari masyarakat sekitar dan juga masyarakat takalar khususnya Kabupaten Takalar, Kecamatan Galesong yang dijadikan sebagai tempat penyuplai pasir laut untuk dijadikan Reklamasi Center Of Point Indonesia Makassar.(Hatta, Thaha and Lakatua, 2018)

Pantai merupakan salah satu ekosistem pesisir yang penting dan sensitif. Kawasan pesisir sering menjadi lokasi utama untuk pengembangan wilayah, terutama dalam konteks pembangunan perkotaan. Kota Makassar, yang terletak di Provinsi Sulawesi Selatan, adalah salah satu kota yang mengalami pertumbuhan pesat dan perkembangan infrastruktur di sepanjang pantainya. Peningkatan aktivitas reklamasi pantai untuk tujuan pembangunan berdampak signifikan terhadap kondisi lingkungan pesisir.

Reklamasi Center Point of Indonesia Makassar membuat pola aliran arus berubah dari arah laut, sedangkan dari arah daratan yaitu saluran pembuangan seperti sungai-sungai kecil, drainase dari kota Makassar ke perairan Pantai Losari. Inilah yang membuat pengaruh besar terhadap kondisi perairan Pantai Losari. reklamasi Center Point of Indonesia mempunyai desain yang sangat bagus yang menyerupai bentuk garuda yang dapat dilihat dari citra *google earth* ikon baru untuk kota makassar dan menjadi lokasi wisata yang indah karna memiliki pemandangan matahari terbenam ke arah barat.

Salah satu aspek yang sangat relevan dalam konteks pengembangan reklamasi pantai adalah dampak perubahan salinitas dan suhu air laut yang disebabkan oleh pasang surut. Pasang surut laut adalah fenomena alami yang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kondisi fisik dan kimia perairan pantai. Ketika air laut pasang, volume air yang masuk ke dalam pantai meningkat, yang dapat menyebabkan perubahan yang signifikan dalam salinitas dan suhu air di

daerah tersebut. Pasang surut juga membawa potensi dampak ekologis yang luas, yang harus dipertimbangkan dengan serius dalam perencanaan dan pengembangan wilayah pesisir.

Perubahan dalam salinitas dan suhu air laut dapat memiliki dampak yang beragam pada ekosistem pesisir. Misalnya, fluktuasi salinitas dan suhu dapat mempengaruhi distribusi dan kelimpahan organisme laut, termasuk ikan, moluska, dan plankton. Hal ini juga dapat memengaruhi produktivitas perairan, yang pada gilirannya dapat memengaruhi nelayan dan industri perikanan. Di samping itu, fluktuasi salinitas dan suhu dapat mempengaruhi aktivitas industri pariwisata. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang pola perubahan salinitas dan suhu akibat pasang surut di daerah reklamasi menjadi sangat penting untuk mengelola dampak lingkungan dan ekonomi yang mungkin terjadi. Oleh karena itu, penulisan tugas akhir ini diberi judul:

**“Simulasi Komputasi Pola Penyebaran Salinitas dan Temperatur akibat Pasang Surut di Daerah Reklamasi CPI Makassar”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang di atas perumusan masalah yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pasang surut terhadap pola salinitas dan temperatur di sekitar Reklamasi Center Point of Indonesia Makassar?
2. Berapa nilai salinitas dan temperatur akibat pasang surut di sekitar Reklamasi Center Point of Indonesia?

## **1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan**

Berdasarkan rumusan masalah penelitian maka tujuan penelitian adalah:

1. Mengetahui pengaruh pasang surut terhadap pola salinitas dan temperatur di sekitar Reklamasi Center Point of Indonesia Makassar.
2. Mengetahui nilai salinitas dan temperatur akibat pasang surut di sekitar Reklamasi Center Point of Indonesia.

#### **1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan**

Adapun manfaat penelitian adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai sumber referensi mengenai pengaruh pasang surut terhadap pola salinitas dan temperatur di daerah Reklamasi Center Point of Indonesia Makassar.
2. Dapat menjadi panduan ilmiah dalam memahami, menganalisis, dan mengatasi berbagai masalah mengenai salinitas dan temperatur sehingga memberikan sumbangan terhadap pengembangan kebijakan, perencanaan wilayah, dan pengelolaan sumber daya alam.

#### **1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan**

Mengacu pada rumusan masalah di atas, agar penelitian ini dapat terarah maka peneliti membuat ruang lingkup dalam penelitian yaitu:

1. Penelitian dilakukan di daerah Reklamasi Center Point of Indonesia Makassar.
2. Batas wilayah penelitian mencakup daerah perairan di antara Pantai Losari dan reklamasi Center of Point Indonesia hingga ujung Kanal Jongaya.
3. Analisis perhitungan berupa analisis pasang surut, salinitas dan temperatur. Simulasi pola salinitas dan temperatur akibat pasang surut menggunakan analisis numerik 2D.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Estuari**

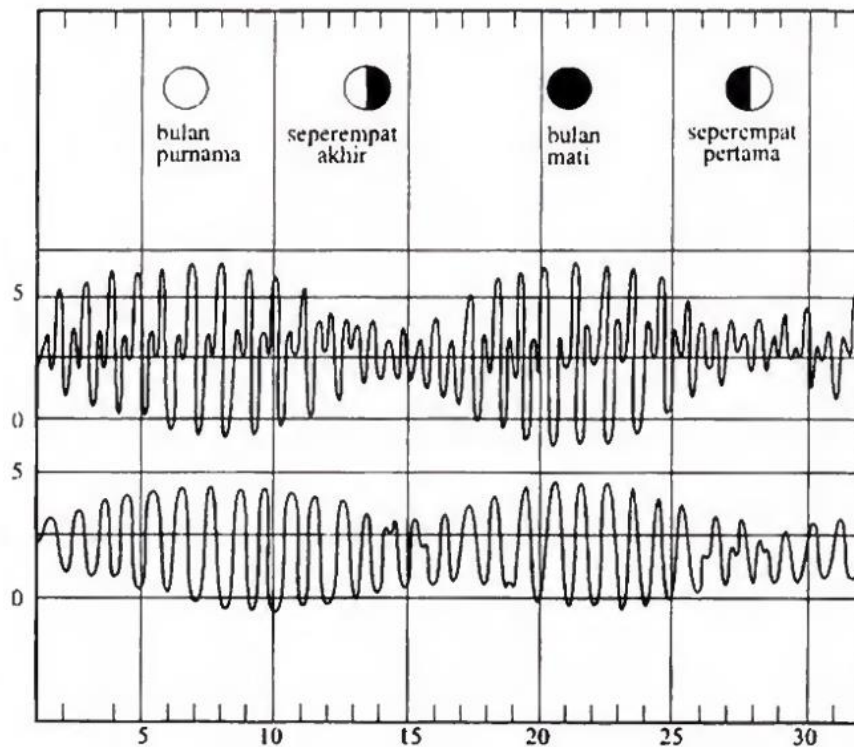
Estuari merupakan tempat pertemuan air tawar dan air asin. Definisi estuari adalah bentuk teluk di pantai yang Sebagian tertutup, dimana air tawar dan air laut bertemu dan bercampur (Nybakken, 1988). Sedangkan menurut Ji (2008) estuari adalah perairan pesisir dimana mulut sungai bertemu dengan lautan dan dimana air tawar dari sungai bercampur dengan air asin dari lautan. Contoh perairan estuari adalah : muara sungai, teluk kecil, laguna, dan rawa pasang-surut,

Estuari berbeda dari sungai dan danau secara hidrodinamik, kimiawi, dan biologi. Dibandingkan dengan sungai dan danau, karakteristik unik estuary yaitu pasang surut adalah daya penggerak utama, salinitas dan variasinya biasanya berperan penting dalam proses hidrodinamik dan kualitas air. Faktor primer yang mengontrol proses transport di estuari adalah pasang surut dan masuknya air tawar. Gaya angin juga dapat menjadi signifikan untuk estuari yang besar. Pada Sebagian besar estuari, air tawar berasal dari bagian kepala sungai (hulu) dan memiliki bagian peralihan (dekat mulut estuari) antara estuari dan laut.

#### **2.2 Pasang Surut**

Pasang surut adalah fluktuasi (naik turunnya) muka air laut akibat adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi (Triatmodjo, 1999). Pengaruh dari benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya yang jauh atau ukurannya yang lebih kecil. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dibandingkan massa matahari, namun karena jaraknya dari bumi lebih dekat, maka gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari. Pada saat posisi bumi, bulan, dan matahari kira- kira pada satu garis lurus, sehingga gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi saling memperkuat. Dalam keadaan ini akan terjadi pasang surut purnama (pasang besar, spring tide) di mana terjadi tinggi pasang yang sangat tinggi. Sedangkan pada saat bulan dan matahari membentuk sudut siku-siku terhadap bumi maka gaya tarik bulan terhadap bumi saling mengurangi maka terjadi

pasang surut perbani (pasang kecil, neap tide) di mana tinggi pasang surut kecil dibanding dengan hari-hari yang lain.



Gambar 1. Skema Neap Tide dan Spring Tide

Pasang surut di berbagai lokasi mempunyai ciri yang berbeda karena dipengaruhi oleh topografi dasar laut, lebar selat, bentuk teluk dan sebagainya. Proses terjadinya pasang surut memang merupakan proses yang sangat kompleks, namun masih bisa diperhitungkan dan diramalkan. Pasang surut dapat diramalkan karena sifatnya periodik, dan untuk meramalkan diperlukan data amplitudo dan beda fasa masing-masing komponen pembangkit pasang surut.

Pasang surut tidak hanya mempengaruhi lapisan di bagian teratas saja, melainkan seluruh massa air yang bisa menimbulkan energi yang besar. Di perairan pantai, terutama di teluk atau selat sempit, gerakan naik turunnya muka air akan menimbulkan terjadinya arus pasang surut. Jika muka air bergerak naik, maka arus mengalir masuk, sedangkan pada saat muka air bergerak turun, arus mengalir ke luar.

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidaklah sama. Di suatu daerah dalam satu hari dapat terjadi satu atau dua kali pasang surut. Secara umum pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan dalam empat tipe yaitu pasang surut harian

tunggal (diurnal tide), harian ganda (semidiurnal tide) dan dua jenis campuran (Triatmodjo, 1999).

a. Pasang surut harian ganda (semidiurnal tide)

Dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara teratur. Tipe pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit.

b. Pasang surut harian tunggal (diurnal tide)

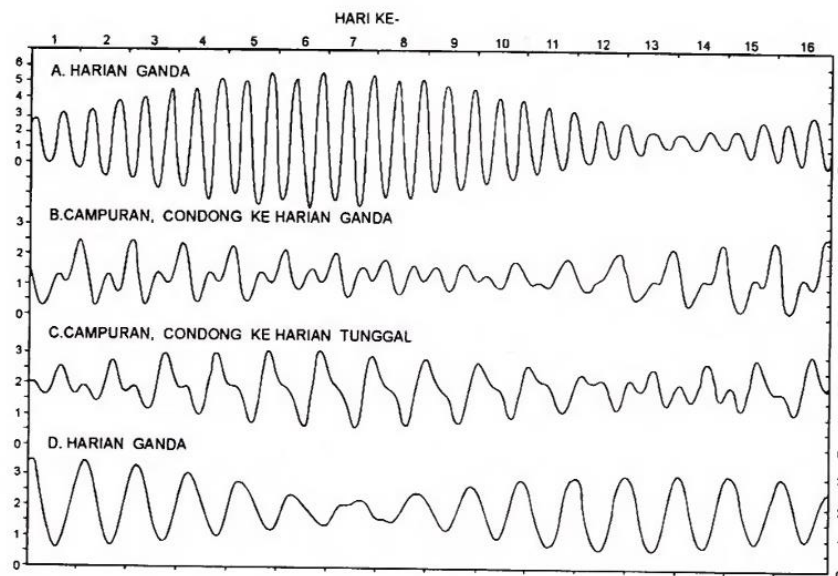
Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut dengan periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit.

c. Pasang surut campur condong ke harian ganda (mixed tide prevelaliling semidiurnal tide)

Dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

d. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (mixed tide prevelailing diurnal tide)

Pada tipe ini, dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.



Gambar 2. Tipe-Tipe Pasang Surut

Setelah analisis konstanta pasang surut, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan tipe pasang surut dengan menggunakan perhitungan Formzahl Number.

$$F_N = \frac{K_1 + O_1}{S_2 + M_2} \quad (2.1)$$

Dimana :

$F_N$  = Formzahl Number atau Form Number,

$A$  = amplitudo,

$K_1$  = komponen pasut tunggal yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari,

$O_1$  = komponen pasut tunggal yang disebabkan oleh gaya tarik bulan,

$M_2$  = komponen pasut ganda yang disebabkan oleh gaya tarik bulan,

$S_2$  = komponen pasut ganda yang disebabkan oleh gaya tarik matahari.

Dari persamaan Formzahl di atas, tipe pasang surut ditentukan melalui kriteria berikut:

$F < 0,25$  : Pasut harian ganda (semi diurnal tide)

$0,25 < F < 1,5$  : Pasut campuran condong harian ganda (mixed tide prevailing semi diurnal)

$1,5 < F < 3,0$  : Pasut campuran condong harian tunggal (mixed tide prevailing diurnal)

$F > 3,0$  : Pasut harian tunggal (diurnal tide)

Pasang surut menyebabkan elevasi muka air laut berubah secara periodik. Beberapa elevasi yang umumnya digunakan, sebagaimana dijelaskan oleh Bambang Triadmojo (1999), adalah sebagai berikut:

- a. Puncak Air Tinggi (*High Water Level*) : Muka air tertinggi yang dicapai saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
- b. Puncak Air Rendah (*Low Water Level*) : Kedudukan air terendah yang dicapai saat surut dalam satu siklus pasang surut.
- c. Puncak Air Tinggi Rerata (*Mean High Water Level*) : Rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
- d. Puncak Air Rendah Rerata (*Mean Low Water Level*) : Rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.

- e. Muka Air Laut Rerata (*Mean Seal Level*) : Muka air antara puncak air tertinggi rerata dan puncak air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
- f. Puncak Air Tinggi Tertinggi (*Highest High Water Level*) : Muka air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- g. Puncak Air Rendah Terendah (*Lowest Low Water Level*) : Muka air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- h. Puncak Air Tinggi Lebih Tinggi (*Higher High Water Level*) : Muka air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari, seperti pada pasang surut tipe campuran.
- i. Puncak Air Rendah Lebih Rendah (*Lower Low Water Level*) : Muka air terendah dari dua air rendah dalam satu hari.

### 2.3 Salinitas

Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam air. Salinitas merupakan bagian fisik dan kimia dalam suatu perairan, selain suhu, pH, substrat dan lain-lain. Salinitas menggambarkan padatan total dalam air. Salinitas perairan menggambarkan kandungan garam dalam suatu perairan. Garam yang dimaksud adalah berbagai ion yang terlarut dalam air termasuk garam dapur (NaCl). Pada umumnya salinitas disebabkan oleh 7 ion utama yaitu natrium (Na), klorida (Cl), kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), sulfat (SO<sub>4</sub>) dan bikarbonat (HCO<sub>3</sub>) (Supangat dan Susana, 2000).

Salinitas adalah konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut. Konsentrasi garam-garam jumlahnya relative sama dengan dalam setiap contoh air atau air laut, sekalipun pengambilannya dilakukan di tempat yang berbeda (M.Ghufran H. Kordi K. dan Andi Baso Tancung, 2010).

Salinitas diukur berdasarkan jumlah garam yang terkandung dalam 1000 gram air. Rata-rata kadar garam air laut adalah 34,5‰ artinya dalam 1000 gram air laut terdapat 34,5 gram garam. Sebaran salinitas di estuaria dipengaruhi oleh berbagai factor seperti sirkulasi air, evaporasi, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. Akan tetapi factor yang paling mempengaruhi perubahan pola salinitas adalah pasang surut air laut. Tempat yang memiliki perbedaan pasang surut yang

cukup besar, pasang naik mendorong air laut lebih jauh ke hulu estuari, menggeser isohaline ke hulu sehingga air bersalinitas maksimum.

Densitas air laut bergantung pada salinitas, suhu, dan tekanan yang dimana akan bertambah seiring bertambahnya salinitas dan berkurangnya suhu. Densitas air laut merupakan jumlah massa air laut per satuan volume. Densitas air laut lebih tinggi dari densitas air murni sehingga nilai salinitas secara vertikal pada satu titik akan semakin besar dengan bertambahnya kedalaman. Sedangkan nilai salinitas secara horizontal pada daerah estuari, dipengaruhi oleh pergerakan massa.

## 2.4 Temperatur

Temperatur merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam proses metabolisme di perairan. Menurut Effendi (2003) Temperatur air laut yang optimal bagi proses kehidupan dan penyebaran organisme adalah 20°C - 30°C. Temperatur perairan dapat mengalami perubahan sesuai dengan musim, ketinggian dari permukaan laut, waktu pengukuran, dan kedalaman air. Secara alami Temperatur air permukaan merupakan lapisan hangat karena mendapat radiasi matahari pada siang hari.

Temperatur atau suhu merupakan ukuran energi Gerakan molekul. Temperatur bervariasi secara horizontal sesuai dengan garis lintang dan secara vertikal sesuai dengan kedalaman. Temperatur merupakan faktor penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Temperatur laut adalah besaran fisis yang mempunyai rentang antara 35°C dan -2°C temperatur laut berubah menurut waktu dan tempat, dan untuk tujuan tertentu diperlukan ketelitian pengukuran sebesar  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ . temperatur pada Samudra tropis pada umumnya lebih tinggi dibandingkan di perairan lintang tengah dan perairan kutub. Pada musim panas, temperatur laut lebih panas dibandingkan pada musim dingin. Penyebaran panas di laut terutama diakibatkan oleh gerakan air, seperti arus laut dan turbulensi (Tjasyono, B. 2009).

Temperatur adalah salah satu besaran fisika yang menyatakan panas yang terkandung dalam suatu benda. Temperatur permukaan bumi ditentukan terutama oleh jumlah radiasi matahari yang diterima. Distribusi temperatur permukaan laut dipengaruhi oleh faktor curah hujan, penguapan, kecepatan angin, lokasi naiknya

massa air laut (*up-welling*) dan intensitas cahaya matahari (Supangat dan Susana, 2000).

Distribusi vertical dari temperatur air laut akan mengakibatkan terbentuknya lapisan di laut yaitu:

1. Lapisan homogen atau lapisan tercampur sempurna yang dikenal dengan nama *mixed layer*. Lapisan ini hangat karena lapisan atas yang langsung terkena cahaya matahari, tercampur atau digerakkan oleh angin sehingga pada kedalaman berkisar 50m sampai 200m ini air akan teraduk sempurna. Ketebalan lapisan ini sangat bergantung pada angin yang bertiup di permukaan. Jika angin bertiup kencang atau dengan kecepatan besar, maka *mixed layer* juga semakin tebal. Hal ini juga berlaku sebaliknya, jika angin melemah maka *mixed layer* akan tipis.
2. Lapisan dimana terjadi pengurangan temperatur yang cepat secara vertikal atau terjadinya perubahan temperatur yang drastis terhadap kedalaman yang dikenal sebagai lapisan termoklin (*thermocline*). Ini merupakan lapisan tengah yang temperatur air akan tercampur antara temperatur hangat dan dingin sehingga perairan ini merupakan perairan yang sejuk. Lapisan ini terletak pada kedalaman 1.000m sampai 1.500m, dimana lapisan ini sangat tergantung pada lapisan *mixed layer* yang berada di atasnya.
3. Lapisan dimana temperatur berkurang secara perlahan dengan kedalaman. Lapisan ini disebut lapisan dalam (*deep layer*). Pada lapisan ini temperatur air rendah atau dingin dan hampir konstan. Perubahan temperatur sangat lambat karena suplai panas dari lapisan atas sudah berkurang.

## 2.5 Mike 21

MIKE 21 adalah paket perangkat lunak terkemuka untuk pemodelan 2D hidrodinamika, gelombang, dinamika sedimen, kualitas air, dan ekologi. Ini adalah perangkat lunak profesional dengan keandalan, kualitas, dan keserbagunaan yang tinggi. Dalam penelitian ini akan menggunakan perangkat lunak Mike 21 dalam proses pemodelan reklamasi center of point indonesia untuk melihat pola arus pasang surut akibat adanya reklamasi. Selama 25 tahun, produk perangkat lunak MIKE Powered by DHI telah digunakan dilingkungan air di seluruh dunia. Ribuan

profesional memilih perangkat lunak MIKE untuk memecahkan tantangan berat dan kompleks di berbagai bidang seperti lautan dan garis pantai, sungai dan waduk, ekologi, air tanah, distribusi air, air limbah, dan banyak lagi. (DHI, 2017)

Sistem ini didasarkan pada solusi numerik persamaan Navier-Stokes rata-rata Reynolds dua dimensi yang tidak dapat dimampatkan dengan menggunakan asumsi Boussinesq dan tekanan hidrostatik. Dengan demikian, model terdiri dari persamaan kontinuitas, momentum, temperatur, salinitas, dan densitas dan ditutup dengan skema penutupan turbulen.

Diskritisasi spasial dari persamaan primitif dilakukan dengan menggunakan metode volume hingga (*finite volume*) yang berpusat pada sel. Domain spasial dipisahkan oleh pembagian kontinu menjadi elemen atau sel yang tidak tumpang tindih. Pada bidang horizontal, grid tidak terstruktur digunakan, sedangkan pada domain vertikal dalam model 3D digunakan mesh terstruktur. Dalam model 2D, elemen dapat berupa elemen segitiga atau segiempat. Dalam model 3D, elemen dapat berupa prisma atau bata yang permukaan horizontal masing-masing adalah elemen segitiga atau segiempat.

#### PERSAMAAN YANG MENGATUR

Persamaan yang mengatur 2D dalam koordinat kartesius

Persamaan air dangkal (*Shallow water equations*)

Integrasi persamaan momentum horizontal dan persamaan kontinuitas atas kedalaman  $h = \eta + d$  diperoleh dari persamaan air dangkal dua dimensi berikut ini.

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS \quad (2.2)$$

Dimana  $t$  adalah waktu;  $x$  dan  $y$  adalah koordinat kartesius;  $d$  adalah kedalaman air yang tenang;  $h = \eta + d$  adalah total kedalaman air;  $\bar{u}$  dan  $\bar{v}$  adalah kecepatan rata-rata kedalaman pada arah  $x$  dan  $y$ ;  $S$  adalah besarnya debit karena sumber titik.

Persamaan transportasi untuk garam dan temperatur (*Transport equations for salt and temperatur*)

Mengintegrasikan persamaan transport untuk garam dan temperatur di atas kedalaman diperoleh persamaan dua dimensi transport berikut.

$$\frac{\partial h\bar{T}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{T}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{T}}{\partial y} = hF_T + h\hat{H} + hT_S S \quad (2.3)$$

$$\frac{\partial h\bar{s}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{s}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{s}}{\partial y} = hF_s + hS_sS \quad (2.4)$$

Dimana  $\bar{T}$  dan  $\bar{s}$  adalah kedalaman rata-rata temperatur dan salinitas;  $\hat{H}$  adalah istilah sumber karena pertukaran panas dengan atmosfer;  $T_s$  dan  $s_s$  adalah temperatur dan salinitas sumber.  $F$  adalah istilah difusi horizontal.

## 2.6 Validasi *Root Mean Square Error* (RMSE)

Metode *root mean square error* adalah metode yang digunakan untuk memverifikasi model antara data lapangan dengan data hasil simulasi untuk mendapatkan simulasi model yang akurat mendekati kejadian dilokasi penelitian (Wang and Lu, 2018). RMSE Secara Matematis dapat dilihat dibawah ini:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}} \quad (2.5)$$

Di mana :

$A_t$  = Data hasil pengukuran lapangan (m)

$F_t$  = Data hasil simulasi MIKE 21

$n$  = Jumlah data

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan referensi sebelumnya untuk menjadi dasar dalam melakukan penelitian yang akan dilakukan untuk mendapatkan hasil yang selanjutnya, dimana referensi sebelumnya belum pernah dilakukan atau dijadikan sebagai pembanding untuk mendapatkan hasil terbaru yang maksimal. Dengan adanya penelitian terdahulu penulis juga dapat menghindari plagiasi yang bersifat tidak baik karna mengambil atau mengutip sebuah penelitian sebelumnya tanpa memasukkan nama peneliti tersebut. Sebagai peneliti kita harus bersikap ilmiah dan harus memberikan informasi yang akurat tentang referensi yang menjadi dasar dan acuan untuk melakukan sebuah penelitian.

Kunarso (2020) mensimulasikan Distribusi Suhu, Salinitas Dan Densitas Di Lapisan Homogen Dan Termoklin Perairan Selat Makassar. Penelitian ini bertujuan mengkaji distribusi suhu, salinitas dan densitas di lapisan homogen dan termoklin perairan Selat Makassar. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2015. Data

diperoleh dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pesisir (P3SDLP) dengan data primer berupa data suhu, salinitas, densitas dan kedalaman menggunakan instrumen CTD. Stasiun pengambilan data terdiri dari 18 stasiun pengambilan data berdasarkan metode purposive sampling. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode analisis statistik deskriptif. Hasil menunjukkan bahwa ketebalan lapisan homogen antara 19,5-68,5 m. Ketebalan lapisan termoklin bervariasi antara 50-220 m. Variabilitas ketebalan lapisan homogen dan lapisan termoklin disebabkan beberapa faktor seperti tekanan angin, pemanasan matahari, transpor massa air, dan aktivitas gelombang internal. Sebaran nilai suhu di lapisan homogen bervariasi antara 25,35-29,94 °C. Suhu permukaan laut cenderung lebih tinggi di bagian utara Selat Makassar. Suhu di lapisan termoklin berkisar antara 12,09-29,22 °C.

Rahman (2017) memodelkan distribusi dan salinitas dan temperatur yang disebabkan oleh debit sungai dan pola arus dengan pembangkit angin dan pasang surut. Pemodelan ini menggunakan model numerik 2D. Daerah penelitian meliputi 2 muara sungai yaitu muara Sungai Palu dan muara Sungai Toaya. Tahapan penelitian menggunakan data primer berupa debit, salinitas dan temperatur sungai sementara data sekunder berupa data batimetri, data pasang surut dan data angin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola arus di Perairan Teluk Palu sangat lemah. Kecepatan arus maksimum yang terjadi di mulut teluk Palu pada saat perbani dan pada saat purnama adalah berturut-turut 0,15 m/s dan 0,1 m/s. Secara keseluruhan distribusi salinitas dan distribusi temperatur permukaan di sekitar muara Sungai Toaya maupun di sekitar muara Sungai Palu memiliki nilai yang lebih besar pada saat pasang dibandingkan pada saat surut. Nilai salinitas muara Sungai Palu dan muara Sungai Toaya pada saat pasang adalah 6,8‰ dan 32,4‰ sedangkan saat surut adalah 5,2‰ dan 9,4‰. Nilai temperatur muara Sungai palu dan muara Sungai Toaya pada saat pasang 26,4°C dan 27,9°C, sedangkan saat surut 26,3°C dan 27,7°C.

Hatta (2018) melakukan penelitian mengenai struktur massa air di zona estuari di perairan Makassar. Observasi dilakukan pada tanggal 7 dan 8 Agustus 2016 dengan tujuan untuk mendeskripsikan sebaran suhu, salinitas spasial klorofil-a pada 50 titik di sekitar pantai Makassar. Hasil penelitian diuraikan sebagai berikut: (1) salinitas rendah hanya terjadi di dekat muara sungai, hal ini dikarenakan debit

sungai yang kecil pada musim kemarau dan bercampur vertical yang kuat terjadi di lokasi penelitian, (2) klorofil-a di perairan bagian utara yang tinggi, pasokan air tawar mengalir ke perairan dengan nutrisi sehingga produksi biologi aktif pada wilayah ini, (3) tingkat kekeruhan tertinggi terjadi di dasar laut dekat dengan muara sungai. Meskipun terjadi kekeringan, ditemukan pengaruh air tawar terhadap struktur massa air di sekitar pantai Makassar.