

**SKRIPSI**

**PERUBAHAN MORFOLOGI PANTAI AKIBAT KONSTRUKSI JETTY  
PADA MUARA SUNGAI JENEBERANG MENGGUNAKAN SOFTWARE  
DELFT3D**



**DISUSUN OLEH:**

**MUHAMMAD NUR FIKRY**

**105811116419**

**AHMAD RIZKY SAHABUDIN**

**105811118419**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2025**

**PERUBAHAN MORFOLOGI PANTAI AKIBAT KONSTRUKSI JETTY  
PADA MUARA SUNGAI JENEBERANG MENGGUNAKAN SOFTWARE  
DELFT3D**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah satu syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar**

**Disusun dan Diajukan Oleh:**

**MUHAMMAD NUR FIKRY**

**105811116419**

**AHMAD RIZKY SAHABUDIN**

**105811118419**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2025**



## FAKULTAS TEKNIK

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## PENGESAHAN

Skripsi atas nama **MUHAMMAD NUR FIKRY** dengan nomor induk Mahasiswa **105811116419** dan **AHMAD RIZKY SAHABUDIN** dengan nomor induk Mahasiswa **105811118419**, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 050/05/FT/A.4-II/II/46/2025, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Senin, 17 Februari 2025.

Panitia Ujian :

## 1. Pengawas Umum

Makassar, 14 Zulhijjah 1446 H  
10 Juni 2025 M

## a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPU

## b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., ASEAN, Eng

## 2. Penguji

## a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM.

## b. Sekretaris : Dr. Ir. Fatryady MR, ST., MT., Asean, Eng

## 3. Anggota

1. Prof. Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT., PU-SDA

2. Dr. Ir. Muh. Yunus Ali, ST., MT., IPM.

3. Ir. Muhammad Syafa'at S Kuba, ST., MT.

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Isran, ST., MT.

Pembimbing II

Dr. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM.

Dekan



Ir. Muhammad Syafa'at S Kuba, ST., MT.

NBM : 975 288

Gedung Menara Iqra Lantai 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Web: <https://teknik.unismuh.ac.id/>, e-mail: [teknik@unismuh.ac.id](mailto:teknik@unismuh.ac.id)





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
**HALAMAN PERSETUJUAN**

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **PERUBAHAN MORFOLOGI PANTAI AKIBAT KONSTRUKSI JETTY PADA MUARA SUNGAI JENEBERANG MENGGUNAKAN SOFTWARE DELF3D**

Nama : 1. MUHAMMAD NUR FIKRY  
2. AHMAD RIZKY SAHABUDIN

Stambuk : 1. 105811116419  
2. 105811118419

Makassar, 17 Februari 2025

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Dr. Ir. Isra H. ST., MT

Pembimbing II

Dr. Ir. Hamzah Al Imran ST., MT., IPM

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Pengairan



Ir. M Agusalin, ST., MT.

NBM : 947 993





**SURAT KETERANGAN TANDA TERIMA PUBLIKASI JURNAL**  
**LETTER OF ACCEPTANCE**

Nomor. 006/06-01/J-KE-FTUMP/VIII/2025

Editor in Chief Jurnal Karajata Engineering (J-KE) Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare memutuskan bahwa artikel di bawah ini telah melalui proses review dan dinyatakan **diterima** untuk dipublikasikan pada Volume 6, No. 1, Januari 2026.

|                      |                                                                                                                    |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nama Penulis</b>  | <b>Israil, Hamzah Al Imran, Muhammad Nur Fikry, Ahmad Rizky Sahabudin</b>                                          |
| <b>Institusi</b>     | <b>Universitas Muhammadiyah Makassar</b>                                                                           |
| <b>Judul Artikel</b> | <b>Perubahan Morfologi Pantai Akibat Konstruksi Jetty Pada Muara Sungai Jeneberang Menggunakan Software DELF3D</b> |
| <b>Link Jurnal</b>   | <a href="http://jurnal.umma.ac.id/index.php/karajata">http://jurnal.umma.ac.id/index.php/karajata</a>              |

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Parepare, 8 Agustus 2025

Pengelola Jurnal Karajata Engineering  
Editor in Chief



**Dr. Ir. H. Hamzah, ST., MT.**  
NPM. 938317





## Perubahan Morfologi Pantai Akibat Konstruksi Jetty Pada Muara Sungai Jeneberang Menggunakan Software DELF3D

Israail<sup>1</sup>, Hamzah Al Imran<sup>2</sup>, Muhammad Nur Fikry<sup>3</sup>, Ahmad Rizky Sahabudin<sup>4\*</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknik Pengairan, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

\*Email : [muhhammadnurfikry@gmail.com](mailto:muhhammadnurfikry@gmail.com) dan [ahadsahabudin1@gmail.com](mailto:ahadsahabudin1@gmail.com)

**Abstract :** The Jeneberang River, which plays an important role in flood control in Makassar City and Gowa Regency, requires special attention, especially after the landslide occurred in the upstream of this river, namely at Mount Bawakaraeng, which has a landslide volume of > 200 million cubic meters of mud and sand. The Jeneberang River estuary, located in the north of Tamalate District, Makassar City or Tanjung Bunga Makassar, is used by fishing boats as a channel for ships to enter and exit. There is a sedimentation problem at the Jeneberang River estuary. Sedimentation that occurs at the Jeneberang River estuary causes the mouth of the river mouth to close. If this sedimentation problem is allowed to continue, it will reduce the river's ability to drain water into the sea, which will then disrupt the activities of fishermen who use the river mouth. The purpose of this study was to analyze the depth of water around the jetty construction that affects sedimentation at the Jeneberang River estuary. In this study, a numerical simulation was carried out using delft3d software. From the results of the simulation carried out on delf3d software, there was an initial accumulation of sedimentation of 1.4 kg / m<sup>3</sup> at the mouth of the estuary and 0.16 kg / m<sup>3</sup> at the end of the simulation. So that the construction of the jetty proves that sediment accumulation can be controlled.

**keywords:** Estuary, Morphology, Jetty, DELF3D



## KATA PENGANTAR



Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan Rahmat dan hidayah-Nya yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. salam dan sholawat tidak lupa penulis kirimkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW. Adapun judul tugas akhir penulis adalah **“Perubahan Morfologi Pantai Akibat Konstruksi Jetty Pada Muara Sungai Jeneberang Menggunakan Software Delft3D”**.

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan studi di fakultas Teknik Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan didalamnya, hal ini disebabkan karena penulis juga manusia biasa yang tak luput dari kesalahan dan kekurangan baik itu dalam segi teknik penulisan maupun perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima segala koreksi serta masukan-masukan guna penyempurnaan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini dapat selesai karena bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati, kami ingin mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, S.T., M.T., IPU. sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

2. Ibu Dr. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM. Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Ir. M. Agusalm, ST., MT. sebagai Ketua Program Studi Teknik Pengairan dan Ibu Kasmawati, ST., MT. sebagai sekretaris Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Dr. Ir. Israil, ST., MT. selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM. Selaku pembimbing II, yang telah meluangkan banyak waktunya untuk membimbing kami.
5. Bapak dan Ibu dosen serta para staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Bapak Andi Arif Rahman S.T. Sebagai mentor kami dalam mempelajari aplikasi Delf3D.
7. Rekan sepenelitian, Muhammad Nur Fikry dan Ahmad Rizky Sahabudin atas support, bantuan, kesabaran dan kerja samanya hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
8. Saudara – saudaraku mahasiswa Fakultas Teknik khususnya Angkatan KOORDINAT 2019 yang selalu ada memberikan dukungan dan support kepada kami dalam keadaan apapun.
9. Terkhusus dan teristimewa kepada kedua orang tua yaitu Ayahanda dan Ibunda tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala limpah dan kasih sayang, dukungan, do'a dalam setiap



perjalanan hidup serta pengorbanannya terutama dalam bentuk materi yang tiada hentinya untuk menyelesaikan kuliah kami.

Semoga semua pihak di atas mendapatkan pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal tugas akhir yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan – rekan, Masyarakat, pemerintah serta bangsa dan negara. Aamiin.

***“Billahi Fii Sabill Haq Fastabiqul Khaerat”.***

Makassar, Februari 2025



Penulis

## DAFTAR ISI

|                                           |      |
|-------------------------------------------|------|
| HALAMAN SAMPUL.....                       | i    |
| KATA PENGANTAR .....                      | ii   |
| DAFTAR ISI .....                          | v    |
| DAFTAR GAMBAR .....                       | viii |
| DAFTAR TABEL .....                        | xi   |
| BAB I PENDAHULUAN .....                   | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....                   | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                 | 3    |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                | 3    |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....               | 4    |
| 1.5 Sistematika Penulisan.....            | 4    |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA .....               | 6    |
| 2.1 Morfologi Pantai.....                 | 6    |
| 2.2 Muara Sungai .....                    | 9    |
| 2.3 Perubahan Morfologi Pantai .....      | 15   |
| 2.4 Hidrodinamika Pantai.....             | 15   |
| 2.5 Penggunaan Delft3D pada Simulasi..... | 27   |
| 2.6 Konstruksi Bangunan Jetty.....        | 31   |
| BAB III METODE PENELITIAN.....            | 37   |

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| 3.1 Lokasi Penelitian .....                         | 37        |
| 3.2. Data.....                                      | 38        |
| 3.3 Analisis Data .....                             | 38        |
| 3.4 Tahap pengumpulan data.....                     | 39        |
| 3.5 Simulasi Pasang Surut dengan Delft3D-FLOW ..... | 40        |
| 3.6 Perubahan Morfologi Pantai.....                 | 45        |
| 3.7. Diagram Alir Penelitian.....                   | 46        |
| 3.8 Langkah-langkah Simulasi .....                  | 47        |
| 3.9 Validasi dengan Data Lapangan.....              | 47        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>            | <b>48</b> |
| 4.1 Analisa Pasang Surut.....                       | 48        |
| 4.2 Pengolahan data angin.....                      | 50        |
| 4.3 Persiapan Running Delft3D.....                  | 54        |
| 4.4 Simulasi Pasang Surut dengan Delft3D-FLOW ..... | 55        |
| 4.5. Hasil Simulasi .....                           | 74        |
| 4.6 Hasil Simulasi Arus.....                        | 75        |
| 4.7 Kedalaman Arus.....                             | 78        |
| 4.8 Perubahan Transpor Sedimen .....                | 81        |
| 4.9 Perubahan Morfologi Pantai .....                | 84        |
| 4.10 Pembahasan.....                                | 87        |



|                      |    |
|----------------------|----|
| BAB V PENUTUP.....   | 89 |
| 5.1 Kesimpulan.....  | 89 |
| 5.2 Saran.....       | 90 |
| DAFTAR PUSTAKA ..... | 91 |
| LAMPIRAN.....        | 92 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1. Muara yang didominasi pasang surut .....                              | 14 |
| Gambar 2. Distribusi Vertikal kecepatan angin (Bambang Triatmojo,1999) .....    | 18 |
| Gambar 3. Grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat .....     | 20 |
| Gambar 4. Diagram sistem pada Delft3D .....                                     | 27 |
| Gambar 5. (a). Sistem koordinat spherical dan (b). sistem koordinat cartesian . | 29 |
| Gambar 6. Bangunan Jetty di Muara Bogowonto Yogyakarta .....                    | 32 |
| Gambar 7. Jenis-jenis Jetty, (Triatmodjo,1999) .....                            | 36 |
| Gambar 8. Lokasi Muara Sungai Jeneberang .....                                  | 37 |
| Gambar 9. Diagram alir penelitian .....                                         | 46 |
| Gambar 10. Grafik pasang surut .....                                            | 49 |
| Gambar 11. Grafik Distribusi Angin hasil plotting pada Software WRPot .....     | 51 |
| Gambar 12. Mawar angin muara Sungai Jeneberang .....                            | 51 |
| Gambar 13. Fetch muara Sungai Jeneberang .....                                  | 52 |
| Gambar 14. Alur persiapan Running Delft3D .....                                 | 54 |
| Gambar 15. Gambar tampilan Delft3D Flow .....                                   | 55 |
| Gambar 16. Tampilan land boundary pada RGFRID Delft3D .....                     | 56 |
| Gambar 17. Tampilan Samples pada QUICKIN Delft3D .....                          | 58 |
| Gambar 18. Menu software Delft3D .....                                          | 59 |
| Gambar 19. Menu untuk membuat meshing .....                                     | 59 |
| Gambar 20. Grid hasil permodelan .....                                          | 60 |
| Gambar 21. Pengecekan orthogonality pada Grid .....                             | 61 |
| Gambar 22. Delft3D-Flow input .....                                             | 62 |

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 23. Input Grid dalam domain .....                                           | 63 |
| Gambar 24. Input bathimetri dalam domain .....                                     | 64 |
| Gambar 25. Input lokasi Jetty dalam dry points .....                               | 64 |
| Gambar 26. Input time Frame .....                                                  | 65 |
| Gambar 27. Input proses yang digunakan dalam studi .....                           | 65 |
| Gambar 28. Proses input initial Condition .....                                    | 66 |
| Gambar 29. Proses input boundaries .....                                           | 66 |
| Gambar 30. Visualization area studi muara sungai jeneberang .....                  | 67 |
| Gambar 31. Proses input astronomical data .....                                    | 67 |
| Gambar 32. Proses input transport Condition .....                                  | 68 |
| Gambar 33. Proses input Physical parameter .....                                   | 69 |
| Gambar 34. Proses input Morphological pada Physical parameter .....                | 69 |
| Gambar 35. Proses input sediment pada physical parameter .....                     | 70 |
| Gambar 36. proses input wind pada physical parameter .....                         | 71 |
| Gambar 37. Proses input numerical parameter .....                                  | 72 |
| Gambar 38. Proses input observation .....                                          | 72 |
| Gambar 39. Proses input hasil simulasi .....                                       | 73 |
| Gambar 40. Running Delft3D .....                                                   | 73 |
| Gambar 41. Grafik hasil simulasi pasang surut .....                                | 74 |
| Gambar 42. Grafik hasil simulasi arus .....                                        | 75 |
| Gambar 43. Grafik QUICKPLOT file TRIH pada awal simulasi arus selama 31 hari ..... | 76 |



|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 44. Grafik hasil QUICKPLOT file TRIH pada akhir simulasi arus selama 31 hari ..... | 77 |
| Gambar 45. awal simulasi arus muara sungai jeneberang .....                               | 77 |
| Gambar 46. Akhir simulasi arus muara sungai jeneberang.....                               | 78 |
| Gambar 47. Vektor kecepatan pada kondisi awal simulasi pasang surut .....                 | 79 |
| Gambar 48. Vektor kecepatan pada akhir simulasi pasang surut.....                         | 80 |
| Gambar 49. Kondisi awal simulasi sedimen.....                                             | 81 |
| Gambar 50. Kondisi akhir simulasi sedimen .....                                           | 83 |
| Gambar 51. Simulasi Morfologi kondisi Awal .....                                          | 84 |
| Gambar 52. Simulasi morfologi kondisi akhir.....                                          | 85 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1. Beberapa Komponen Harmonik Pasang Surut (Triatmadja, 2009:89)...                                        | 25 |
| Tabel 2. Klasifikasi ukuran butir dan sedimen (Triatmadja, 2009 : 89) .....                                      | 27 |
| Tabel 3. Data-data yang digunakan pada Penelitian .....                                                          | 39 |
| Tabel 4. Komponen pasang surut.....                                                                              | 48 |
| Tabel 5. Rekapitulasi presentase frekuensi kejadian angin (Stasiun Meteorologi<br>Maritim Paotere,Makassar)..... | 50 |
| Tabel 6. Hasil perhitungan fetch.....                                                                            | 53 |
| Tabel 7. Rekapitulasi hasil perhitungan morfasi.....                                                             | 54 |



## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan Negara kepulauan, memiliki lebih dari 13.000 pulau dan memiliki garis pantai 80.000 km. Daerah pantai merupakan daerah yang sangat efektif untuk pemanfaatan berbagai kegiatan ekonomi. Hal ini terbukti bahwa 75% kota-kota besar di Indonesia terletak di pesisir dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Seiring dengan perkembangan dan pertumbuhan ekonomi menimbulkan peningkatan kebutuhan lahan pantai serta berbagai sarana dan prasarana yang akan menyebabkan berbagai masalah di daerah pantai, diantaranya sedimentasi, abrasi, pencemaran lingkungan, pemukiman kumuh dan lain-lain.

Wilayah pantai menjadi daerah yang intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia seperti sebagai kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian atau perikanan, pariwisata dan sebagainya. Pemanfaatan kawasan ini tentu membutuhkan pengelolaan yang baik dikarenakan kondisi lingkungan yang dipengaruhi oleh kondisi alam itu sendiri seperti angin, arus air laut, pasang surut air laut, muara sungai, erosi, abrasi, sedimentasi, dan lain sebagainya.

Salah satu daerah yang perlu perhatian adalah keberadaan Sungai Jeneberang yang bermuara di Kota Makassar. Tidak dapat dipungkiri bahwa Sungai Jeneberang yang berada di daerah selatan Kota Makassar memiliki peran yang sangat besar bagi kota ini. Sungai Jeneberang yang memiliki peran



penting dalam pengendalian banjir Kota Makassar dan Kabupaten Gowa memerlukan perhatian khusus terutama setelah terjadinya longsor di hulu sungai ini yaitu di Gunung Bawakaraeng yang memiliki volume longsor  $\pm 200$  juta kubik lumpur dan pasir. Pasir dan lumpur yang terdapat pada hulu sungai akan terbawa di sepanjang aliran sungai yang mempengaruhi sedimentasi di sepanjang sungai ini salah satunya kemungkinan naiknya dasar sungai.

Muara Sungai Jeneberang yang terletak di sebelah utara kecamatan Tamalate Kota Makassar atau Tanjung Bunga Makassar digunakan oleh kapal nelayan sebagai alur untuk keluar masuk kapal. Pada muara Sungai jeneberang terdapat permasalahan sedimentasi. Sedimentasi yang terjadi di muara Sungai jeneberang menyebabkan tertutupnya muara Sungai. Jika permasalahan sedimentasi ini terus dibiarkan akan menurunkan kemampuan Sungai untuk mengalirkan air ke laut yang selanjutnya mengganggu aktifitas nelayan yang menggunakan muara sungai tersebut. Untuk menanggulangi masalah sedimentasi di muara Sungai jeneberang perlu konstruksi pelindung muara. Konstruksi ini penting mengingat pemanfaatan muara Sungai sebagai alur pelayanan kapal nelayan, diharapkan dengan adanya konstruksi pelindung muara Sungai akan memperlancar aktifitas kapal nelayan sehingga meningkatkan taraf hidup nelayan setempat.

Konstruksi jetty merupakan pelindung muara yang dapat menanggulangi masalah penumpukan sedimentasi pada mulut muara. Untuk melihat dampak Pembangunan konstruksi jetty terhadap perubahan morfologi Pantai pada

muara Sungai jeneberang yang dipengaruhi oleh aktifitas gelombang dan arus dengan melakukan permodelan numerik.

Dengan melihat beberapa permasalahan yang terjadi maka kami akan melakukan suatu penelitian tentang **“Perubahan Morfologi Pantai Akibat Konstruksi Jetty Pada Muara Sungai Jeneberang Menggunakan Software Delft3D”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pola dan besarnya arus di muara Sungai Jeneberang akibat konstruksi jetty?
2. Bagaimana penurunan besarnya sedimentasi di muara Sungai Jeneberang akibat konstruksi jetty?
3. Bagaimana perubahan morfologi Pantai pada muara Sungai Jeneberang melalui permodelan numerik dengan menggunakan software delft3D?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pola dan besarnya arus di Muara Sungai Jeneberang akibat konstruksi jetty.
2. Menganalisis penurunan besarnya sedimentasi di muara Sungai Jeneberang akibat konstruksi jetty.

3. Menganalisis adanya perubahan morfologi pantai di daerah muara Sungai Jeneberang melalui permodelan numerik dengan menggunakan software delft3D.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Setelah berbagai masalah yang telah dirumuskan, diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis.

##### **1. Manfaat Teoritis**

Secara teoritis, penelitian ini dapat dijadikan untuk memperkenalkan dan sebagai bahan acuan dalam penggunaan software Delft3D, khususnya pada pantai maupun sungai.

##### **2. Manfaat Praktis**

- a. Bagi penulis, mengembangkan wawasan dan kemampuan dalam melakukan penelitian dan menyusun karya tulis.
- b. Bagi peneliti lain, sebagai sumber referensi bagi yang memiliki minat dalam penggunaan software Delft3D.
- c. Masyarakat dan pemerintah.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

Berdasarkan uraian dari latar belakang, rumusan masalah dan tujuan penelitian yang hendak di capai dalam penelitian, maka penulis menguraikan secara sistematika penulisan sebagai berikut:



## **BAB I PENDAHULUAN**

Pendahuluan merupakan bagian awal dari skripsi yang memuat latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Kajian Pustaka berisi uraian tentang hasil telaah teori dan hasil penelitian terdahulu yang relevan. Telaah ini dapat berarti membandingkan, mengontraskan, meletakkan tempat kedudukan masing-masing dalam masalah yang sedang diteliti, dan pada akhirnya menyatakan posisi atau pendirian penelitian disertai dengan alasan-alasannya.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini meliputi waktu dan tempat penelitian, metode penelitian, populasi dan sampel, variabel dan parameter penelitian, instrument penelitian atau alat dan bahan, prosedur pengumpulan data, dan Teknik analisis data.

## **BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini melakukan Analisa terhadap data hasil penelitian berdasarkan pembatasan masalah dengan didukung konsep-konsep dan teori yang digunakan dalam tinjauan Pustaka. Bila pengolahan data menggunakan software komputer harus disertakan Langkah-langkah pemrosesan data (dalam lampiran penelitian)

## **BAB V PENUTUP**

Menyimpulkan hasil analisa dan memberikan masukan atau saran yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

## BAB II KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Morfologi Pantai

Morfologi pantai secara sederhana dapat diartikan sebagai bentuk pantai. Morfologi pantai merupakan daerah yang selalu mengalami perubahan oleh karena ada banyak proses yang terjadi di dalamnya baik itu proses yang berawal dari daratan maupun dari lautan, kedua proses tersebut bertemu di pantai. Perubahan tersebut dipengaruhi oleh banyak hal seperti pasang surut, gelombang, arus laut, jenis batuan, dan lainnya. Namun, secara sederhana, perubahan geomorfologi pantai diakibatkan oleh dua kejadian alam yang disebut dengan abrasi dan sedimentasi.

Untuk daerah pesisir dan lautan, konsep pembentukan morfologi diatas secara umum berlaku pula dalam proses pembentukan morfologinya, meskipun proses yang berlangsung lebih spesifik. Parameter oseanografi seperti pasang surut, ombak, arus laut memegang peran yang dominan dalam pembentukan morfologi pantai.

morfologi pantai adalah hasil aktivitas pesisir merupakan bentuk bentuk bentang alam yang proses terjadinya sangat dipengaruhi oleh aktivitas daratan dan lautan. Djauhari Noor juga bentuk bentang alam yang terjadi pada lingkungan pesisir pantai menjadi beberapa bagian :

- a) Delta yaitu lingkungan dimana konsep keseimbangan dikendalikan oleh gaya gaya yang berada dalam sistem yang komplek. Delta berasal dari endapan sedimen sungai, tetapi ke arah bagian laut lebihbanyak sedimen

yang di endapkan. Berdasarkan bentuk dan morfologinya, delta dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu delta yang terbentuk akibat pengaruh pasang urut, gelombang, dan sungai.

- b) Tanjung adalah bentang alam yang daratannya menjorok ke arah laut sedangkan bagian kiri dan kanannya relatif sejajar dengan garis pantai.
- c) Teluk adalah bentang alam yang daratannya menjorok ke arah daratan sedangkan bagian kiri dan kanannya relatif sejajar dengan garis pantai.
- d) *Stack* dan *Arches* adalah bentuk bentang alam pantai yang berada di sekitar garis pantai merupakan sisa daratan akibat kikisan abrasi gelombang laut dan mengakibatkan garis pantai mundur ke arah daratan. *Arches* adalah sisa daratan akibat erosi (Abrasi) dengan bentuk yang tidak teratur karena batuannya resisten terhadap hantaman gelombang.
- e) *Wave-cut platform* adalah bentang alam pantai yang terbentuk sebagai hasil erosi gelombang air laut yang tersusun dari lapisan batuan horisontal serta terletak pada zona muka air laut, sedangkan garis pantai mundur ke arah daratan akibat erosi gelombang dan *wave-cut platform* tertinggal di bagian depan garis pantai.
- f) *Barrier* (Tanggul) adalah bentang alam yang berbentuk memanjang sejajar dengan garis pantai dan terbentuk sebagai hasil pengendapan partikel-partikel pasir di bagian muka pantai oleh abrasi gelombang air laut. Topografi *barrier island* umumnya lebih rendah dibandingkan dengan topografi pantai.



- g) *Lagoon* adalah bentuk bentang alam yang terletak diantara *barrier* dan daratan, dengan kedalaman air yang dangkal dan dipengaruhi oleh air laut dan air tawar yang berasal dari darat.
- h) Pantai *submergent* adalah bentang alam yang terbentuk dari pengaruh gabungan antara naiknya muka air laut (*transgresi*) dan penurunan cekungan.
- i) Pantai *emergent* adalah bentang alam yang terbentuk sebagai akibat naiknya permukaan daratan. Umumnya bentuk pantai *emergent* ditandai oleh teras teras pantai.

Adapun macam-macam pantai berdasarkan morfologinya, yakni pantai landai dan pantai curam.

#### 1. Pantai Landai

Salah satu jenis pantai berdasarkan morfologi yakni pantai landai. Pantai landai mempunyai bentuk yang nggak begitu terjal dengan kemiringan lereng antara 1-5 derajat. Sehingga, lautnya biasanya dangkal.

Pantai landai biasanya identik dengan tempat wisata dan tempat tinggal para nelayan. Contoh pantai landai yakni pantai datar, pantai berpasir, dan pantai laguna.

- a) Pantai datar merupakan jenis pantai yang landai dan datar, contoh pantai datar yakni Pantai Utara Jawa.
- b) Pantai berpasir merupakan jenis pantai yang berpasir, contoh pantai berpasir yakni Pantai Parangtritis.

- c) Pantai laguna merupakan pantai yang terbentuk dari endapan berupa pulau-pulau yang terbentuk oleh gelombang laut.

## 2. Pantai Curam

Pantai curam merupakan jenis pantai yang memiliki kemiringan 40-75 derajat. Selain itu, pantai curam juga biasanya lautnya dalam nih, guys. Contohnya Pantai Fyord yakni lembah gletser pada zaman es yang digenangi kembali oleh air laut setelah berakhirnya zaman es.

## 2.2 Muara Sungai

Muara Sungai adalah bagian hilir sungai yang langsung berhubungan dengan laut, berfungsi sebagai pengeluaran air sungai (Bambang Triatmojo,1999), juga merupakan tempat pertemuan antara laut dan sungai yang menjadi batas lingkungan air asin dan air tawar (H.R Mulyanto,2010).

Permasalahan di muara sungai dapat ditinjau dibagian mulut sungai (*river mouth*) dan estuari. Mulut sungai adalah bagian paling hilir dari muara sungai yang langsung bertemu dengan laut. Sedang estuari adalah bagian dari sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut.

Dalam muara sering terjadi perubahan kecepatan aliran air. Pada saat aliran memasuki muara akan terjadi perubahan/transisi kecepatan aliran dari kecepatan aliran tertentu dari hulu kekecepatan yang mendekati nol dalam laut, sehingga terjadi peredaman energi di dalamnya. Terjadilah pengendapan yang sangat besar dalam muara sehingga alur menjadi sangat dangkal. Untuk mampu melewati debit besar yang datang dari hulu, alur dangkal ini akan menjadi sangat lebar.

Muara sungai berfungsi sebagai pengeluaran/pembuangan debit sungai terutama pada waktu banjir menuju ke laut. Karena letaknya yang berada di ujung hilir, maka debit aliran di muara adalah lebih besar dibanding pada tampang sungai di sebelah hulu. Selain itu muara sungai juga harus melewati debit yang ditimbulkan oleh pasang surut, yang bisa lebih besar dari debit sungai. Sesuai dengan fungsinya tersebut, muara sungai harus cukup lebar dan dalam. Permasalahan yang sering muncul adalah banyaknya endapan di muara sungai sehingga tampang alirannya kecil, yang dapat mengganggu pembuangan debit sungai ke laut.

Adapun sifat muara yang dipengaruhi oleh aliran debit hulu dan oleh pergerakan air pasang surut yang melewatinya adalah sebagai berikut :

1. Aliran menjadi tenang. Kecepatan aliran air dari hulu maupun aliran pasang naik yang melewatinya sangat kecil, yang akan menimbulkan proses pengendapan sedimen dalam muara
2. Alur mempunyai lebar yang besar tapi dangkal
3. Terjadi pencampuran antara air tawar dari hulu dan air asin sehingga air dalam muara menjadi payau

Menurut H.R Mulyanto, proses pengendapan dan penggerusan di dalam muara akan dipengaruhi oleh aliran dari hulu dan pasang surutnya air laut yang masuk ke dalamnya.

1. pada saat air surut
  - a. sedimen dasar yang terbawa ke dalam dan mengendap pada dasar bagian sungai pasang surut akan terbawa ke dalam muara, termasuk juga



sedimen layang yang telah menggumpal dan mengendap menjadi sedimen dasar

- b. penggumpalan sedimen layang akan berlanjut dan sebagian akan mengendap di dalam muara dan sebagian lagi terus terbawa ke laut
  - c. aliran air surut di dalam muara ini akan masuk ke laut dan pada saat itu kecepatan alirannya akan mengecil mendekati nol. Sedimen yang terbawa dari hulu akan diendapkan di muara
  - d. muara akan mendangkal sehingga tidak mampu melewati debit besar berikutnya kecuali dengan menambah lebarnya dan inilah yang akan terjadi kemudian.
2. pada saat air pasang
- a. air pasang akan membawa serta ke dalam muara sedimen layang yang menggumpal di laut, untuk diendapkan di dalam muara dan makin menambah tinggi endapan di situ
  - b. hanyutan sedimen sekunder yang terbawa arus litoral kedepan bukaan muara akan ikut terbawa masuk oleh pasang naik dan menambah hebatnya proses pengendapan di situ.

Menurut Poerbandono dan Eka Djunarsjah (2005), pasokan sedimen yang diangkut oleh sungai adalah salah satu bahan yang penting untuk menjaga stabilitas pantai sebagai pengganti sedimen yang hilang akibat energi yang bekerja di pantai karena aksi gelombang dan pasut. Dalam hal ini, sumber sedimen lain yang berasal dari permukaan tanah pada suatu sistem aliran sungai juga harus diperhitungkan. Kelebihan pasokan dari sungai akan mengakibatkan

pengendapan di pantai, sebaliknya kekurangan pasokan sedimen dari sungai akan mengakibatkan mundurnya garis pantai.

### **I. Morfologi Muara Sungai**

Muara sungai dapat dibedakan dalam tiga kelompok yang tergantung pada faktor dominan yang mempengaruhinya yaitu gelombang, debit sungai, dan pasang surut (Nur Yuwono, 1994). Menurut Bambang Triatmojo (1999), pada suatu muara sungai biasanya terdapat satu faktor yang lebih dominan dari yang lainnya.

#### **a. Muara yang didominasi gelombang laut**

Gelombang yang terjadi pada muara dapat menyebabkan/ menimbulkan angkutan sedimen, baik dalam arah tegak lurus maupun sejajar/sepanjang pantai. Dari kedua jenis transpor tersebut, transpor sedimen sepanjang pantai adalah yang paling dominan. Angkutan sedimen itu dapat bergerak masuk ke muara sungai dan karena di daerah tersebut kondisi gelombang sudah tenang maka sedimen akan mengendap. Banyaknya endapan tergantung pada gelombang dan ketersediaan sedimen di pantai. Semakin besar gelombang semakin besar angkutan sedimen dan semakin banyak sedimen yang mengendap di muara. Jika debit sungai kecil kecepatan arus tidak mampu mengerosi (menggelontor) endapan tersebut sehingga muara sungai dapat tertutup oleh endapan.

#### **b. Muara yang didominasi debit sungai**

Muara ini terjadi pada sungai dengan debit sepanjang tahun cukup besar yang bermuara di laut dengan gelombang relatif kecil. Sungai

tersebut membawa angkutan sedimen dari hulu cukup besar. Sedimen yang sampai di muara sungai merupakan sedimen suspensi dengan diameter partikel sangat kecil, yaitu dalam beberapa mikron. Sifat – sifat sedimen kohesif ini lebih tergantung pada gaya – gaya permukaan daripada gaya berat, yang berupa gaya tarik menarik dan gaya tolak menolak. Selama periode surut, sedimen akan terdorong ke muara dan menyebar di laut. Selama periode sekitar titik balik dimana kecepatan aliran kecil, sebagian suspensi dari laut masuk kembali ke sungai bertemu sedimen yang berasal dari hulu. Di alur sungai, terutama pada waktu air surut aliran besar, sehingga sebagian sedimen yang telah di endapkan tererosi kembali. Tetapi di depan muara dimana aliran telah menyebar, kecepatan aliran lebih kecil sehingga tidak mampu mengerosi semua sedimen yang telah diendapkan. Dengan demikian dalam satu siklus pasang surut jumlah sedimen yang mengendap lebih banyak daripada yang tererosi, sehingga terjadi pengendapan di depan mulut sungai. Proses tersebut terjadi terus menerus sehingga muara sungai akan maju kearah laut membentuk delta.

c. Muara yang didominasi pasang surut

Apabila tinggi pasang surut cukup besar, volume air pasang yang masuk ke sungai sangat besar. Air tersebut akan berakumulasi dengan air dari hulu sungai. Apada waktu air surut, volume air yang sangat besar tersebut mengalir keluar dalam periode waktu tertentu yang tergantung pada tipe pasang surut. Dengan demikian kecepatan arus selama air surut



tersebut besar, yang cukup potensial untuk membentuk muara sungai. Muara sungai tipe ini berbentuk corong atau lonceng dimana angkutan sedimen berasal dari sungai dan laut dengan beberapa endapan terjadi di muara.



Gambar 1. Muara yang didominasi pasang surut

## 2. Sifat – Sifat Morfologi Muara Sungai

Muara sungai berada di bagian hilir dari daerah aliran sungai, yang menerima masukan debit di ujung hulunya. Pada periode pasang, muara sungai juga menerima juga menerima debit aliran yang ditimbulkan oleh pasang surut. Dalam satu periode pasang dengan durasi sekitar 6 atau 12 jam (tergantung tipe pasang surut), di estuari terkumpul massa air dalam jumlah sangat besar. Pada waktu periode surut dengan durasi yang hampir sama, volume air tersebut harus dikeluarkan ke laut sehingga menyebabkan kecepatan aliran yang besar. Fenomena tersebut berlangsung terus – menerus sehingga morfologi estuari menjadi besar akan menyesuaikan diri dengan gaya – gaya hidrodinamis yang bekerja padanya. Biasanya kedalaman dan

lebar estuari lebih besar dari pada di daerah hulu sungai (Bambang Triatmojo, 1999).

### **2.3 Perubahan Morfologi Pantai**

Perubahan morfologi pantai merupakan rangkaian proses pantai yang diakibatkan proses eksternal (arus, angin, gelombang dan pasang surut), faktor internal (karakteristik dan tipe sedimen serta lapisan dasar dimana sedimen itu berada). Pantai adalah suatu wilayah yang selalu mengalami perubahan, baik perubahan yang terjadi setiap hari, mingguan, bulanan, tahunan atau bahkan perubahan yang terjadi jutaan tahun. Tidak semua perubahan yang terjadi di wilayah pantai dapat dilihat secara langsung, tetapi hanya hasil dari proses perubahan tersebut yang bisa diamati dan dirasakan oleh manusia. Perubahan pada wilayah pantai tergantung pada proses yang dominan yang terjadi di wilayah pantai (Triatmodjo, 1999). Perubahan garis pantai terutama disebabkan oleh angkutan sedimen sepanjang pantai, yang dapat mengangkut sedimen sampai jauh (Triatmodjo, 1999). Gelombang badai yang terjadi dalam waktu singkat dapat menyebabkan terjadinya erosi pantai, selanjutnya gelombang biasa yang terjadi sehari-hari akan membentuk kembali pantai yang sebelumnya tererosi (pantai kembali stabil) (Triatmodjo, 1999). Menurut Mahfudz (2012) dalam Basalamah (2015) umumnya morfologi dan tipe pantai sangat ditentukan oleh intensitas, frekuensi dan kekuatan.

### **2.4 Hidrodinamika Pantai**

Hidrodinamika adalah ilmu tentang gerak fluida yang dipengaruhi gelombang, arus, dan pasang surut. Dalam hidrodinamika laut gaya gravitasi,

gaya gesekan, dan gaya coriolis adalah gaya-gaya dengan pengaruh terbesar (Stewart, 2006 dalam Cahyana, 2011).

Gaya gravitasi merupakan gaya yang dominan dalam hidrodinamika. Gaya berat dari air laut yang merupakan akibat dari adanya gravitasi yang menghasilkan tekanan hidrostatik. Perubahan gravitasi yang diakibatkan oleh gerakan matahari dan bulan relatif terhadap bumi, menyebabkan terjadinya pasang surut, arus dan pencampuran. Gravitasi juga menyebabkan terjadinya kemampuan mengapung, yaitu gaya naik atau gaya turun pada paket-paket air yang memiliki densitas lebih besar atau lebih kecil dari pada air di sekitarnya pada level yang sama. Gaya gesekan adalah gaya yang bekerja pada dua buah permukaan yang saling bersentuhan dan terjadi gerak relatif antara keduanya. Permukaan di sini dapat berupa paket air atau udara. Tekanan angin adalah gesekan yang disebabkan oleh bertiupnya angin di atas permukaan laut.

Tiupan angin mentransfer momentum horizontal ke laut sehingga menghasilkan arus laut. Jika angin bertiup pada gelombang laut, maka akan terjadi gelombang laut yang lebih besar (Stewart, 2006 dalam Cahyana, 2011).

### **1. Angin dan Gelombang**

Angin adalah massa udara yang bergerak (Farita, 2006). Menurut Pariwono (1989), angin didefinisikan sebagai gerakan udara mendatar (horizontal) yang disebabkan oleh perbedaan tekanan udara antara dua tempat. Atmosfer selalu berusaha membentuk sebaran tekanan yang seragam, maka massa udara yang padat dari tekanan tinggi mengalir ke tempat bertekanan rendah dimana massa udaranya relatif lebih renggang.



Salah satu faktor penyebab timbulnya angin adalah adanya gradien tekanan. Gaya gradien tekanan timbul karena adanya perbedaan suhu udara. Dalam hal ini hubungan antara permukaan bumi dalam menerima energi radiasi matahari yang sama tapi mempunyai laju pemanasan yang berbeda – beda dari satu tempat ke tempat yang lain. Perbedaan tekanan udara pemanasan terlihat dari suhu udara yang berada langsung diatas permukaan yang terpanasi sehingga menyebabkan ketidakseimbangan yang menimbulkan perbedaan tekanan udara antara satu tempat dengan tempat yang lain. Gradien tekanan ini akan memicu terjadinya angin. Atmosfer selalu berusaha membentuk sebaran tekanan yang seragam, maka massa udara yang padat dari tekanan tinggi mengalir ke tempat bertekanan rendah dimana massa udaranya relatif lebih renggang.

Angin yang berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energinya ke air. Kecepatan angin akan menimbulkan tegangan pada permukaan laut, sehingga permukaan air yang semula tenang akan terganggu dan timbul riak gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut menjadi semakin besar, dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan berbentuk gelombang. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, semakin besar gelombang yang terbentuk. Arah angin masih bisa dianggap konstan apabila perubahan – perubahannya tidak lebih dari  $15^\circ$ , sedangkan kecepatan angin masih dianggap konstan jika perubahannya tidak lebih dari 5 knot (2,5 m/d) terhadap kecepatan rerata.

Distribusi kecepatan angin di atas permukaan laut terbagi dalam tiga daerah sesuai dengan elevasi di atas permukaan. Di daerah geostropik yang berada di atas 1000 m kecepatan adalah konstan. Dibawah elevasi tersebut terdapat dua daerah yaitu daerah Ekman yang berada pada elevasi 100 m sampai 1000 m dan daerah di mana tegangan konstan yang berada pada elevasi 10 m sampai 100 m. Di kedua daerah tersebut kecepatan dan arah angina berubah sesuai dengan elevasi, karena adanya gesekan dengan permukaan laut dan perbedaan temperatur antara air dan udara. Distribusi kecepatan angin di atas permukaan laut diberikan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 2. Distribusi Vertikal kecepatan angin (Bambang Triatmojo,1999)

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data dipermukaan laut pada lokasi pembangkitan. Data tersebut dapat diperoleh dari pengukuran langsung di atas permukaan laut atau pengukuran di darat di dekat lokasi peramalan yang kemudian di konversi menjadi data angin di

laut. Kecepatan angin di ukur dengan anemometer, dan biasanya dinyatakan dalam knot.

Satu knot adalah panjang satu menit garis bujur melalui katulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau 1 knot = 1,852 km/jam = 0,5 m/d. Data angin untuk beberapa tahun pengamatan adalah sangat besar. Untuk itu data tersebut harus diolah dan disajikan dalam bentuk tabel (ringkasan) atau diagram yang disebut dengan mawar angin. Dengan tabel atau mawar angin tersebut maka karakteristik angin dapat dibaca dengan cepat. (Bambang Triatmojo, 1999)

Biasanya pengukuran angin dilakukan di daratan, padahal rumus-rumus pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah yang ada diatas permukaan laut. Oleh karena itu diperlukan transformasi dari data angin di lokasi stasiun angin ke data angin di atas permukaan laut. Hubungan antara angin diatas laut dan angin diatas daratan terdekat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R_t = U_w/U_l \dots \dots \dots (1)$$

Rumus - rumus dan grafik pembangkitan gelombang mengandung variable  $U_A$  yaitu faktor tegangan angin (wind-stress factor) yang dapat dihitung dari kecepatan angin. Kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan angin dengan menggunakan rumus berikut:

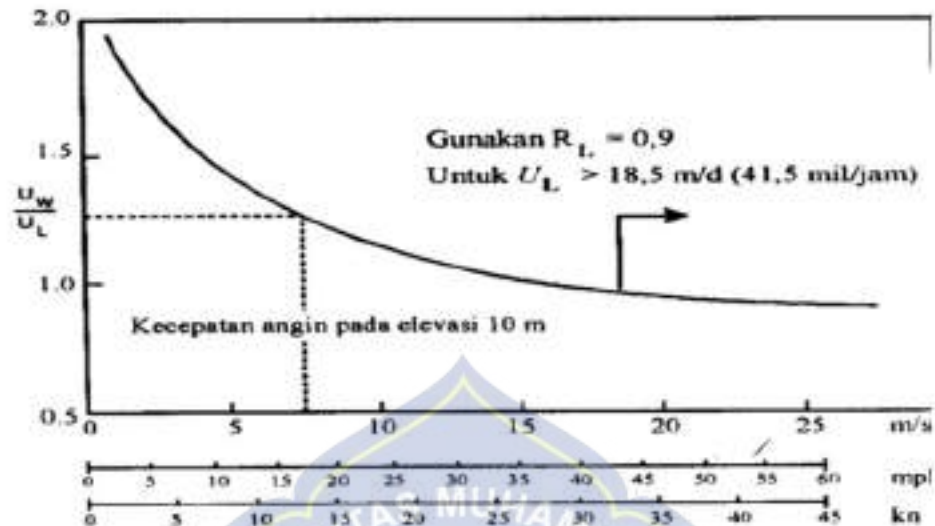
$$U_A = 0,71 (U)^{1,25} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :



$U_L$  = kecepatan angin di atas daratan yang terdekat dengan lokasi studi.

$U$  = kecepatan angin.



Gambar 3. Grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat

Di dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. Fetch rerata efektif diberikan oleh persamaan berikut :

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots \dots \dots (3)$$

dengan:

$F_{eff}$  = fetch rerata efektif (km) ;

$X_i$  = panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch (km) ;

$\alpha$  = deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan  $6^\circ$  ampai sebesar  $42^\circ$  pada kedua sisi dari arah angin.

Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada daya pembangkitnya. Gelombang tersebut adalah gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik benda – benda langit terutama matahari dan bulan, gelombang tsunami karena letusan gunung berapi atau gempa di laut, dan lain sebagainya. Diantara beberapa bentuk gelombang tersebut yang paling penting dalam teknik pantai adalah gelombang angin dan gelombang pasang surut. Pada umumnya bentuk gelombang sangat kompleks dan sulit digambarkan secara matematis karena ketidaklinieran, tiga dimensi dan bentuknya yang random. Teori yang ada hanya untuk menggambarkan bentuk gelombang yang sederhana dan merupakan pendekatan dari alam. Diantaranya adalah teori Airy, Stokes, Gerstner, Mich, Knoidal dan Tunggal. Teori gelombang Airy merupakan teori gelombang amplitude kecil, sedangkan teori gelombang yang lain adalah gelombang amplitude terbatas (*finite amplitude waves*).

## 2. Arus

Arus adalah pergerakan suatu massa air dari suatu tempat ke tempat yang lain yang disebabkan oleh tiupan angin atau disebabkan oleh pergerakan pasang surut air laut (Nontji,1993).

Menurut Gross (1972) arus merupakan gerakan horizontal atau vertikal dari massa air menuju kestabilan yang terjadi terus menerus. Gerakan yang

terjadi merupakan hasil resultan dari berbagai macam gaya yang bekerja pada permukaan dan dasar perairan.

Pond dan Pickard, 1983 mengklasifikasi gerakan massa air berdasarkan penyebabnya, yaitu :

a. Angin

Angin merupakan faktor yang membangkit arus, arus yang ditimbulkan oleh angin mempunyai kecepatan yang berbeda menurut kedalaman.

b. Arus pasang surut

Arus yang disebabkan oleh gaya tarik menarik antara bumi dan benda di angkasa. Arus pasang surut ini merupakan arus yang gerakannya horizontal.

c. Turbulensi

Suatu gerakan yang terjadi pada lapisan batas air dan terjadi karena ada gaya gesekan antar lapisan.

Menurut letaknya, arus dibedakan menjadi dua yaitu arus atas dan arus bawah. Arus atas adalah arus yang bergerak pada permukaan laut, arus bawah arus yang bergerak pada dasar permukaan laut. Faktor pembangkit arus adalah angin. Tiupan angin memberikan pengaruh terhadap arus permukaan dari kecepatan angin tersebut. Kecepatan arus akan berkurang sesuai dengan bertambahnya kedalaman pantai (Bernawis, 2000)

### 3. Pasang Surut

Menurut Triatmodjo (1999:115) pasang surut adalah fenomena alam yang menyebabkan naik turunnya permukaan air laut yang disebabkan oleh gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dengan benda – benda di langit,



seperti matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Besarnya gaya tarik menarik dengan benda-benda di langit tersebut tergantung pada besarnya massa benda tersebut, walaupun bulan memiliki massa lebih kecil dari matahari, bulan memberikan gaya tarik lebih besar dari matahari karena jarak bulan lebih dekat dari pada matahari.

Pasang surut merupakan fenomena perubahan muka air laut dalam masa periode yang pendek secara periodik yang diakibatkan oleh gaya tarik menarik dari benda – benda di langit (Garisson, 2006 dalam Kalay, 2008).

Menurut Triatmodjo (2003) bentuk pasang surut disuatu daerah berbeda – beda. Di suatu daerah dalam satu hari bisa terjadi satu sampai dua kali pasang surut. Tipe pasang surut ditentukan oleh frekuensi air pasang surut setiap hari. Secara umum pasang surut dapat dibedakan menjadi empat tipe, yaitu :

- a. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*). Pasang surut ini dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali surut dengan tinggi yang hamper sama dengan pasang surut rata – rata 12 – 24 menit.
- b. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*). Pada pasang surut ini terjadi satu kali pada satu hari . Periode pada pasang surut ini 24 jam – 50 menit.
- c. Pasang surut campuran yang lebih condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*). Pasang surut ini terjadi satu kali air pasang dan dua kali air surut pada satu hari dengan tinggi dan periode yang berbeda.

- d. Pasang surut campuran yang lebih condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*). Pasang surut ini terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan tinggi dan periode berbeda.

Elevasi muka air laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditentukan berdasarkan data pasang surut yang dapat digunakan sebagai pedoman di dalam perencanaan suatu bangunan pantai. Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Muka air tinggi (*high water level*), yaitu muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
- b. Muka air rendah (*low water level*), yaitu muka air terendah yang dicapai pada saat air surut pada satu siklus pasang surut.
- c. Muka air tinggi rata-rata (*mean high water level, MHWL*), yaitu rata-rata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
- d. Muka air rendah rata-rata (*mean low water level, MLWL*), yaitu rata-rata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
- e. Muka air laut rata-rata (*mean sea Level, MSL*), yaitu muka air rata-rata antara muka air tinggi rata-rata dan muka air rendah rata-rata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
- f. Muka air tinggi tertinggi (*highes high water level, HHWL*), yaitu muka air tertinggi pada saat pasang surut purnama dan pasang surut perbani.
- g. Muka air rendah terendah (*lowes low water level, LLWL*), yaitu muka air terendah pada saat pasang surut purnama dan pasang surut perbani.

Menurut Triatmadja (2009 : 89) pasang surut merupakan gelombang teratur yang dibentuk oleh komponen-komponen harmonik yang merupakan komponen utama pada pasang surut, komponen utama tersebut adalah memiliki amplitudo, frekuensi, perioda, dan fase, komponen-komponen tersebut dipengaruhi oleh keadaan geografis pada daerah tersebut. Ada banyak komponen pasang surut, akan tetapi yang memberikan dampak pengaruh yang signifikan hanya beberapa komponen, Tabel 1. Menunjukkan beberapa komponen pasang surut.

Tabel 1. Beberapa komponen Harmonik pasang surut ( Triatmadja, 2009:89)

| Jenis                            | NO | Simbol   | Periode (hari) | Keterangan        |
|----------------------------------|----|----------|----------------|-------------------|
| Semi diurnal<br>(Ganda)          | 1  | $M_2$    | 12.42          | Bulan utama       |
|                                  | 2  | $S_2$    | 12.00          | Matahari utama    |
|                                  | 3  | $N_2$    | 12.66          | Elips bulan besar |
|                                  | 4  | $K_2$    | 11.97          | Bulan matahari    |
| Diurnal<br>(Tunggal)             | 5  | $K_1$    | 23.93          | Matahari bulan    |
|                                  | 6  | $O_1$    | 25.82          | Bulan utama       |
|                                  | 7  | $P_1$    | 24.07          | Matahari utama    |
| Long period<br>(Periode panjang) | 8  | $M_{10}$ | 327.86         | Bulan dua minggu  |

#### 4. Angkutan Sedimen di Pantai

Angkutan sedimen di pantai adalah pergerakan sedimen pada daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus. Angkutan sedimen pantai dapat mengakibatkan perubahan garis pantai baik terjadinya abrasi maupun erosi. Angkutan sedimen pantai dapat berupa angkutan sedimen sejajar pantai dan transpor sedimen tegak lurus Pantai.



Pergerakan sedimen pada perairan dikategorikan menjadi 3 macam, yaitu: bed load (sedimen dasar), suspended load (sedimen melayang), dan wash load.

Bed load adalah angkutan sedimen yang mengalami kontak terus menerus dengan jenis sedimen yang ditimbulkan selama pergerakannya (sliding, jumping, dan rolling).

Suspended load adalah gerakannya tidak mengalami kontak yang terus menerus dengan dasar dan ukuran partikelnya. Pergerakan sedimen tersebut akan menyebabkan perubahan morfologi pantai berupa kedalaman dan garis pantai, hal ini dikarenakan material dasar pantai pada umumnya sebagian besar merupakan struktur tanah pasir atau lumpur yang sangat dipengaruhi oleh perilaku gelombang dan arus.

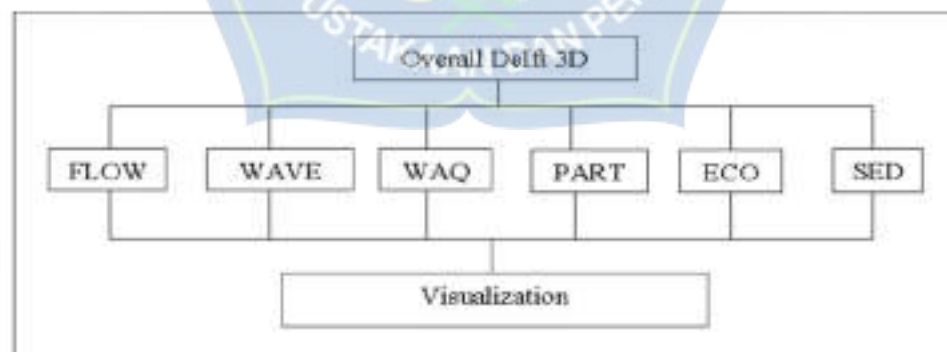
Sedimen yang diangkut di pantai dibedakan berdasarkan ukuran butiran menjadi lempung, lumpur, pasir, kerikil, koral (pebble), cobble, dan batu (boulder). Jenis sedimen terbagi 2 macam, yaitu : Sedimen kohesif adalah butiran – butiran partikel lumpur yang berada di dasar. Sedimen non-kohesif adalah sedimen dengan butiran – butiran partikel yang umumnya berasal dari pasir.

Tabel 2. Klasifikasi ukuran butir dan sedimen

| Klasifikasi      | Diameter (mm)    |
|------------------|------------------|
| Boulders         | 256 – 4096       |
| Berbatu(cobbles) | 64 – 256         |
| Kerikil (gravel) | 2 – 64           |
| Pasir            |                  |
| Sangat kasar     | 1 – 2            |
| Kasar            | 0,5 – 1          |
| Sedang           | 0,25 – 0,5       |
| Halus            | 0,125 – 0,25     |
| Sangat Halus     | 0,062 – 0,125    |
| Lumpur           |                  |
| Kasar            | 0,031 – 0,062    |
| Sedang           | 0,016 – 0,031    |
| Halus            | 0,008 – 0,016    |
| Sangat halus     | 0,004 – 0,008    |
| Lempung          |                  |
| Kasar            | 0,002 – 0,004    |
| Sedang           | 0,001 – 0,002    |
| Halus            | 0,0005 – 0,001   |
| Sangat halus     | 0,00024 – 0,0005 |

## 2.5 Penggunaan Delft3D pada Simulasi

Pemodelan morfologi pantai akibat konstruksi jetty ini menggunakan perangkat lunak Delft3D. Delft3D ini merupakan model yang berbasis windows yang dipakai untuk pemodelan perubahan morfologi pantai.



Gambar 4. Diagram sistem pada Delft3D

Delft 3D terdiri dari beberapa sistem dan fungsi yaitu:

- *Delft3D-FLOW*: Simulasi tsunami, pasang surut, aliran Sungai dan banjir
- *Delft3D-WAVE* : Perambatan gelombang
- *Delft3D-WAQ* : Kualitas air pada daerah far – field
- *Delft3D-PART* : Kualitas air dan gerakan partikel pada daerah midfield
- *Delft3D-ECO* : Pemodelan Ekologi
- *Delft3D-SED* : Pengangkutan sedimen untuk partikel kohesif dan non kohesif

### 1. *Delft3D-FLOW*

Delft3D merupakan software yang berfungsi untuk simulasi pada daerah pantai, sungai dan pada muara. Selain pantai, sungai dan muara, Delft3D juga dapat mensimulasikan gelombang, sedimen, ekologi dan kualitas air pada pantai.

Pada pemodelan ini menggunakan *Delft3D-Flow* dan *Delft3D-Wave*. *Delft3D-Flow* adalah sistem pada bagian Delft3D yang digunakan untuk menghitung *SWE (Shallow Water Equation)* atau persamaan pada kondisi air dangkal dalam variabel kecepatan dan tinggi ke dalam bentuk dua atau tiga dimensi pada sebuah grid atau garis bantu (Arizal, 2011).

Simulasi Delft3D ini menggunakan grid atau garis bantu. Grid adalah garis bantu koordinat arah vertikal dan horizontal untuk menentukan luas daerah yang disimulasi atau untuk mengatur batas daerah yang disimulasikan. Grid terdiri dari dua sistem yaitu coordinate cartesian berbentuk persegi dan koordinat spherical. Sistem coordinate cartesian berbentuk persegi, bersifat kaku dan hanya mempunyai parameter arah saja,



yaitu arah vertikal ( $\mu$ ) dan arah horizontal ( $\xi$ ). Sedangkan sistem coordinate spherical mengikuti garis kontur permukaan bumi. Coordinate spherical memiliki dua parameter yaitu arah dan tinggi, dengan latitude ( $\theta$ ) bernilai positif ke arah utara dan longitude ( $\phi$ ) yang bernilai positif ke arah timur (Anonim, 2007a).



Gambar 5. (a). Sistem koordinat spherical dan (b). sistem koordinat cartesian

Delft3D juga mempunyai faktor percepatan morfologi (*MORFAC*). Menurut Ranasinghe et al. (2011), pendekatan faktor percepatan morfologi adalah metode yang digunakan sekarang untuk melakukan simulasi morfodinamik pantai. Konsep simulasi dengan menggunakan metode ini mampu mensimulasikan secara numerik perubahan morfologi pantai karena gelombang dan arus dalam skala waktu puluhan tahun dengan waktu simulasi komputer yang singkat.

Delft 3D-Flow terdiri dari 7 bagian yang memiliki fungsi sebagai berikut

Delft 3D-RGFGRID: Membuat zona segmen dalam bentuk grid pada topografi

Delft 3D-QUICKIN: Masukan output pada grid berupa data bathimetri, kondisi awal untuk water level, salinitas dan lain-lain.

Delft 3D-TRIANA : Analisis pasang surut dalam interval waktu.

Delft 3D-TIDE : Analisis pasang surut terhadap water level dan kecepatan.

Delft 3D-NESTHD : Membuat batasan dari keseluruhan model.

Delft 3D-GPP: Menampilkan hasil simulasi berupa gambar animasi dan visualisasi.

Delft 3D-QUICKPLOT : sama halnya dengan Delft3D-GPP

## 2. *Delft3D-WAVE*

*Delft 3D-WAVE* adalah sistem bagian dari Delft3D yang berfungsi untuk mensimulasikan perambatan gelombang yang dihasilkan di perairan pantai. *Delft3D-WAVE* juga dapat diterapkan di perairan dalam, menengah dan dangkal (Anonim, 2007b). *WAVE-GUI (Graphical User Interface)* alat yang digunakan untuk memberikan nilai pada semua parameter yang digunakan untuk mengimpor nama atribut file ke *MDW-file*. *MDW-file* adalah input file untuk simulasi gelombang. *MDW-file* ini berisi semua data yang diperlukan untuk pemodelan gelombang dan menjalankan perhitungan gelombang.

## 2.6 Konstruksi Bangunan Jetty

Pada umumnya bangunan pantai digunakan sebagai infrastruktur yang berfungsi sebagai pelindung pantai. Akibat pengaruh dari beberapa faktor seperti pasang surut air laut, akan mudah menggerakkan sedimen-sedimen di sekitar garis pantai, sehingga akan sering terjadi erosi pada pantai. Selain itu, di beberapa daerah yang memiliki fetch area yang cukup panjang mampu menghasilkan gelombang laut yang cukup besar, untuk itu perlu sebuah bangunan yang mampu meredam kekuatan dari gelombang laut yang mendekati pantai.

Jetty merupakan struktur sempit yang melindungi garis pantai dari arus dan pasang surut. Jetty biasanya terbuat dari kayu, tanah, batu, atau beton. Mereka membentangkan dari pantai ke tengah perairan. Arus dan pasang surut dari lautan secara bertahap membasuh pantai atau fitur lain di sepanjang garis pantai. Ini disebut erosi. Arus sungai yang kuat atau gelombang dari danau juga dapat mengikis garis pantai. Jetty melindungi garis pantai dari badan air dengan bertindak sebagai penghalang terhadap erosi dari arus, pasang surut, dan gelombang. Jetty juga dapat digunakan untuk menghubungkan tanah dengan air dalam lebih jauh dari pantai untuk keperluan kapal docking muat kargo. Selain untuk melindungi alur pelayaran, jetty juga dapat digunakan untuk mencegah pendangkalan dimuara dalam kaitannya dengan pengendali banjir.

Sungai yang bermuara pada pantai yang berpasir dengan gelombang yang cukup besar sering mengalami penyumbatan muara oleh endapan pasir. Karena pengaruh gelombang dan angin, endapan pasir terbentuk di muara. Transport



akan terdorong oleh gelombang masuk kemuara dan kemudian diendapkan. Endapan yang sangat besar dapat menyebabkan tersumbatnya muara sungai. Penutupan muara sungai dapat menyebabkan terjadinya banjir didaerah sebelah hulu muara. Pada musim penghujan air banjir dapat mengerosi endapan sehingga sedikit demi sedikit muara sungai terbuka kembali. Selama proses penutupan dan pembukaan kembali tersebut biasanya disertai dengan membeloknya muara sungai dalam arah yang sama dengan arah transport sedimen sepanjang pantai.



Gambar 6. Bangunan Jetty di Muara Sungai Jeneberang

Gambar 6 merupakan bangunan jetty tegak lurus Pantai yang diletakkan di kedua sisi muara Sungai yang berfungsi untuk mengurangi pendangkalan alur oleh sedimen Pantai. Dengan jetty Panjang sedimen sepanjang Pantai dapat tertahan, kondisi gelombang tidak pecah. Jetty di muara Sungai jeneberang berfungsi sebagai Pelabuhan kecil yang melayani kapal-kapal kecil atau perahu

nelayan yang masuk dan keluar dari Sungai. Jetty juga dapat digunakan sebagai tempat untuk aktivitas pemancingan atau penyeberangan Sungai.

Penggunaan jetty membentuk jembatan yang dipakai untuk memenuhi kebutuhan penambatan kapal di perairan dangka. Terdapat beberapa macam bentuk jembatan jetty diantaranya meliputi :

1. jetty berbentuk T atau L

Penggunaan Jetty berbentuk T atau L ini biasa dimanfaatkan apabila kedalaman yang diisyaratkan jauh menuju pantai, sehingga antara dermaga maupun pantai dapat terhubung dengan menggunakan jembatan penghubung.

Biasanya, bentuk jembatan tegak lurus terhadap dermaga. Maka dari bentuk pier dari kejauhan mirip huruf T atau L. Terdapat beberapa contoh pier diantaranya meliputi, Pelabuhan Ambon.

2. Jetty berbentuk Jari

Bentuk dari dermaga ini memiliki garis kedalaman pada kolam terbesar menjorok ke laut. Pada pier jenis ini dianggap lebih efisien karena dapat dimanfaatkan pada pelabuhan kapal dengan muatan umum. Terdapat beberapa contoh pelabuhan diantaranya meliputi, Pelabuhan Tanjung Priok dan Tanjung Perak.

Pemakaian dermaga bertipe Jetty dapat berupa dermaga terapung. Pada umumnya, jetty dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan kapal-kapal penumpang pada jenis dermaga angkutan sungai maupun danau. Jenis dermaga

ini tidak memerlukan bangunan kuat sebagai penahan muatan barang yang akan didistribusikan dengan menggunakan kapal.

Pembangunan jetty sebenarnya dimaksudkan untuk mencegah terjadi proses pendangkalan garis pantai akibat proses sedimentasi. Proses tersebut disebabkan oleh adanya arus air laut hingga menuju garis pantai.

Apabila terjadi pendangkalan. Maka hal ini dapat mengganggu arus lalu lintas kapal yang akan melewati perairan. Berikut terdapat beberapa fungsi dari pembangunan infrastruktur jetty seperti :

1. pengurangan pendangkalan pada alur

Jetty merupakan salah satu jenis dermaga yang memiliki kegunaan untuk membatasi pendangkalan alur yang ditimbulkan oleh proses sedimentasi pada pantai.

Proses pengendapan tersebut secara khusus terjadi pada muara kapal. Hal ini dapat mengganggu lalu lintas perairan. Maka dari itu, penting memakai jetty untuk membantu menahan belokan di muara sungai.

2. Penanggulangan banjir

Pemakaian jetty dapat ditujukan untuk mengurangi masalah bencana banjir. Selain itu, pembangunan jetty juga memiliki kegunaan untuk menanggulangi masalah banjir.

Kebutuhan infrastruktur pelabuhan dan laut sangat penting untuk menunjang pembangunan bertipe jetty maupun dermaga. Berikut beberapa jenis pembangunan dermaga ini di berbagai pelabuhan di Indonesia :

1. Jetty Panjang



Jenis jetty ini biasanya dibangun dengan cara penempatan bagian ujung panjang terletak di luar gelombang pecah. Tujuan dari pembangunan dermaga ini ditujukan untuk membatasi masuknya endapan ke muara.

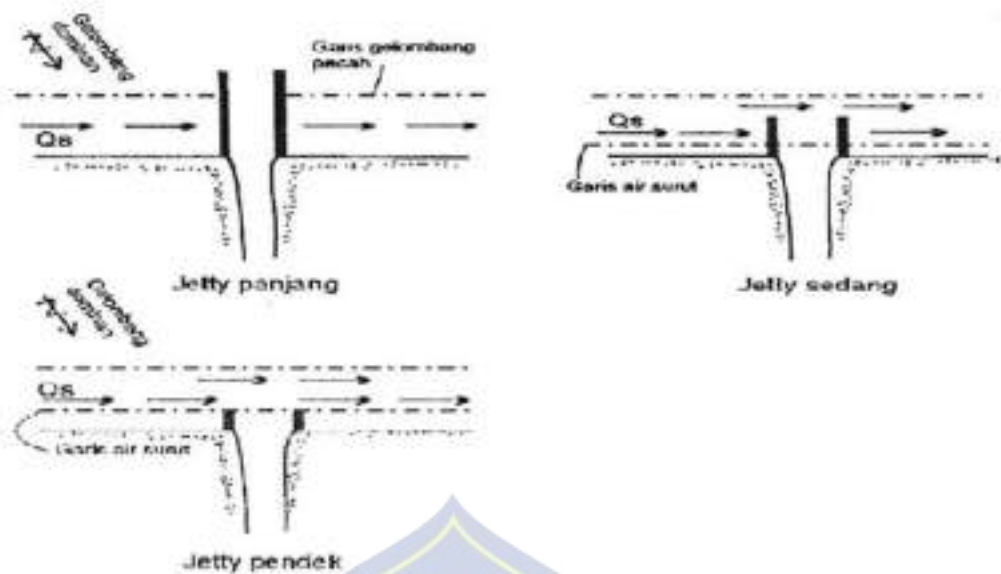
Selain itu, pemakaian konstruksi bangunan ini dapat meningkatkan efisiensi biaya konstruksi dalam jumlah tidak sedikit. Apabila tujuan pembangunan dermaga tersebut ditujukan sekedar penanggulangan bencana banjir, maka pembangunan tersebut tidak akan sesuai dan tidak ekonomis. Pembangunan jetty ini lebih khusus ditujukan untuk daerah yang seharusnya dilindungi atau daerah yang dianggap penting.

## 2. Jetty Sedang

Jenis jetty ini biasa digunakan untuk menahan sebagian distribusi sedimen yang ada di sepanjang pantai. Jetty sedang dapat diletakkan apabila bagian ujungnya berada diantara muka air yang mengalami surut gelombang pecah. Kebutuhan dana pembangunan ini cenderung lebih murah dibandingkan pembangunan jetty panjang.

## 3. Jetty Pendek

Jetty pendek ujungnya berada pada muka air surut. Fungsinya untuk menahan berbeloknya muara sungai dan mengkonsentrasikan aliran pada alur yang telah ditetapkan untuk bisa mengerosi endapan. Keuntungan utama jetty ini ialah perubahan garis pantai akibat konstruksi ini sangat minim dan biayanya murah. Bangunan jetty pendek dibuat sama panjang.



Gambar 7. Jenis-jenis Jetty, (Triatmodjo,1999)

Pemakaian jetty dermaga sangat penting karena penggunaannya memang ditujukan untuk mengatasi endapan sedimen yang ada di bibir pantai. Beberapa informasi di atas dapat membantu Anda mengenal jetty dan kegunaannya lebih baik untuk pelabuhan maupun pantai.

Selubungan dengan kegunaan dari jetty ini yaitu untuk menampung sandaran kapal, maka material untuk pembuatannya memerlukan bahan-bahan bermutu tinggi antara lain yaitu dengan menggunakan beton pracetak.

### BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan langkah – langkah simulasi yang dilakukan dalam penelitian ini. Jenis penelitian yang dilakukan dalam tulisan ini adalah permodelan numerik yang menggunakan software Delft3D. Delft3D yang digunakan pada pemodelan ini adalah *Delft3D-FLOW*.

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian ini dilaksanakan pada muara Sungai Jeneberang secara geografis berada di Selat Makassar tepatnya di kecamatan Barombong, Kota Makassar provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 8. Lokasi Muara Sungai Jeneberang

Lokasi penelitian ini berbatasan dengan :

Sebelah utara : Kec. Tamalate, Kota Makassar (Tanjung Bunga Makassar)

Sebelah timur : Sungai Jeneberang



Sebelah Selatan : Kec. Barombong, Kota Makassar

Sebelah barat : Selat Makassar.

### **3.2. Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan pada tahun 2024 menggunakan software Delft3D dengan menggunakan data yang diperoleh pada bulan Desember 2014.

### **3.3. Data**

#### **a. Data primer**

Data primer didapat dari pengukuran di lapangan yang meliputi pengukuran dimensi bangunan Jetty.

#### **b. Data sekunder**

Data sekunder terdiri dari bathimetri, data meteorologi, angin, pasang surut dan sedimentasi.

### **3.4. Analisis Data**

Langkah-langkah analisis adalah sebagai berikut:

1. Pengolahan data angin dan data pasang surut.
2. Analisa data dengan menggunakan software DELFT3D.
3. Menganalisa model morfologi pantai.
4. Validasi model dengan data arus dan pasut.

### 3.5 Tahap pengumpulan data

Sebelum melakukan simulasi di butuhkan data. Data yang diperlukan untuk melakukan simulasi ini adalah peta bathimetri, peta topografi, data pasang surut dan data sedimentasi. Sumber peta dan data berasal serta penggunaannya pada simulasi ini dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data-data yang digunakan pada penelitian

| No | Data              | Penggunaan data             | Sumber data                                                               | Spesifikasi Data          |
|----|-------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1  | Peta Bathimetri   | Kedalaman area simulasi     | TanahairIndonesia.go.id                                                   | Elevasi kontur per 1m     |
| 2  | Peta Topografi    | Kontur                      | TanahairIndonesia.go.id                                                   | Elevasi kontur per 1m     |
| 3  | Data Sedimentasi  | Angkutan sedimen            | Studi penyebaran sedimen muara Sungai jeneberang (Nur Khuzaimah HR, 2013) | Ukuran median sedimen D50 |
| 4  | Data Pasang Surut | Batasan untuk simulasi arus | BMKG Maritim Paotere                                                      | Di ukur selama 30 hari    |
| 5  | Data angin        | Memprediksi gelombang       | BMKG Maritim Paotere                                                      | Di ukur selama 10 tahun   |

a. Peta Bathimetri

Peta bathimetri merupakan peta kedalaman air dan konfigurasi topografi bawah laut. Peta ini pada umumnya mempunyai sistem koordinat yang bereferensi pada system koordinat peta topografi. Peta Bathimetri diperoleh dari TanahairIndonesia.go.id.

b. Peta Topografi

Peta Topografi merupakan peta yang menyajikan posisi horizontal serta vertikal dari unsur alam dan unsur buatan manusia dalam bentuk tertentu dengan memperhatikan sistem proyeksi peta yang digunakan serta skala peta. Daerah daratan digunakan sebagai land boundary yaitu batasan darat pada daerah simulasi.

c. Data Sedimentasi

Data sedimen digunakan untuk melakukan simulasi angkutan sedimen dasar dan menjadi data input pada Delft3D-FLOW. Dalam hal ini data sedimen yang digunakan pada pemodelan ini hanya sedimen dasar (bed load). Ukuran sedimen yang digunakan adalah D50. Studi penyebaran sedimen muara Sungai Jeneberang (Nur Khuzaimah HR, 2013)

d. Data pasang surut

Untuk mengetahui batas – batas muka air laut pada saat pasang tertinggi dan pada saat surut terendah maka perlu dilakukan pengukuran pasang surut. Pasang surut terjadi karena pengaruh posisi bumi terhadap bulan dan matahari. Pergerakan muka air akibat pasang dan surut ini menimbulkan arus pasang surut. Data pasang surut akan digunakan sebagai nilai batas (boundary condition) pada saat pemodelan arus.

### 3.6 Simulasi Pasang Surut dengan Delft3D-FLOW

Simulasi dapat berjalan pada Delft3D-FLOW diperlukan daerah simulasi (domain) yang menunjukkan daerah yang dihitung dan batasan daerah hitungan. Daerah simulasi terdiri dari pembuatan grid dengan menggunakan



Delft3DRGFGRID dan pemasukan data kedalam dengan menggunakan Delft3DQUICKIN. Selain itu memerlukan data input lain yang diperlukan untuk proses simulasi dapat berjalan.

#### 1. Digitasi Land Boundary

Land boundary merupakan batas yang menunjukkan wilayah darat dan lautan. Melakukan simulasi memerlukan data digitasi yang dilakukan dengan menggunakan ArcGIS untuk mendapatkan nilai koordinat pada daratan.

ArcGIS berfungsi untuk mendigitasi daerah yang digunakan untuk simulasi. Peta yang digunakan untuk mendigitasi wilayah yang disimulasi bersumber dari Google Earth.

Output yang telah didigitasi dalam bentuk koordinat X dan Y kemudian dipindahkan ke texpad yang sudah diformat agar dapat dijadikan sebagai input land boundary dengan format \*.ldb. Setelah tersimpan file tersebut dapat dibuka dengan menggunakan Delft3D-RGFGRID sehingga terbentuk garis pantai dan wilayah daratan dan laut.

#### 2. Pembuatan Grid

Grid yang digunakan pada simulasi dalam bentuk coordinate cartessian berbentuk persegi. Pembuatan grid ini menggunakan program Delft3DRGFGRID, tujuan dari Delft3D-RGFGRID ini adalah untuk membuat grid, memodifikasi, dan memvisualisasikan orthogonal untuk Delft3D-FLOW. Pembuatan grid menggunakan Delft3D-RGFGRID, grid

pada pemodelan menggunakan ukuran 40 x 40 dengan menggunakan koordinat spherical.

### 3. Pemasukan data kedalaman

Delft3D-QUICKIN merupakan program yang berfungsi untuk membuat, dan memvisualisasikan model bathimetri. Delft3D-QUICKIN digunakan untuk memasukkan data kedalaman pada daerah simulasi. Data kedalaman digunakan sebagai data input bathimetri pada system Delft3D-FLOW. Untuk input data kedalaman dengan tanda positif (+) digunakan sebagai informasi kedalaman di laut, sedangkan untuk tanda negatif (-) digunakan sebagai informasi elevasi di darat. Dari hasil pengukuran dilapangan akan didapat data dalam bentuk \*.xyz kemudian diekspor ke texpad dan disimpan dalam bentuk \*.xyz. Data format \*.xyz tersebut menjadi data input Delft3D-QUICKIN.

### 4. Description

Description adalah kotak teks yang digunakan untuk menginformasikan simulasi yang dilakukan atau untuk menerangkan tujuan dari simulasi yang akan dilakukan. Data grup ini mampu menampung 10 baris kalimat.

### 5. Domain

Domain merupakan area pemodelan yang ditinjau untuk simulasi. Cakupan wilayah domain pada daerah simulasi adalah 2 km sejajar garis pantai dengan luasan 1 km ke kiri dan 1 km ke kanan. Panjang 311 m pada

sebelah kiri dan 108 m sebelah kanan. Parameter data grup Domain berisikan beberapa sub-data yaitu Grid parameters, Bathymetry.

1. Grid parameters adalah sub-data untuk menginput data grid yang telah dibangun pada Delft3D-RGFGRID dan menentukan tipe koordinat yang akan digunakan. Tipe koordinat yang digunakan adalah koordinat cartesian.
2. Bathymetry adalah sub-data yang berguna untuk menginput data kedalaman yang telah dimasukkan sebelumnya pada Delft3D-QUICKIN.

#### 6. Time Frame

Time frame merupakan toolbar yang berfungsi untuk menginformasikan awal mulai simulasi yang merekam setiap bangkitan yang terjadi dalam interval menit. Sub-data time frame terdiri dari:

1. References date adalah sub-data yang berisikan tanggal simulasi.
2. Simulation start time adalah sub-data berisikan tanggal dan waktu mulainya simulasi.
3. Simulation stop time adalah sub-data berisikan tanggal dan waktu berhentinya simulasi.
4. Time step adalah sub-data berisikan interval waktu yang diminta untuk menghasilkan output data hasil perhitungan.

#### 7. Processes

Processes digunakan sebagai input tambahan yang akan digunakan untuk simulasi. Parameter Processes terdiri dari dua data grup yaitu



constituents dan physical. Sub-data constituents terdiri dari salinity, temperature, pollutants and tracers, dan sediments. Sedangkan sub-data physical terdiri dari wind, waves, secondary flow, dan tidal forces. Untuk simulasi ini pada data grup Constituents menggunakan sub-data sediments, selanjutnya memilih sediment noncohesive. Pada data grup physical menggunakan sub-data wave dan Online Delft3D- WAVE.

#### 8. Boundaries

Boundaries merupakan grup yang memberi informasi batasan – batasan dalam pemodelan, penempatan, jenis, dan semua yang diperlukan untuk pemodelan. Pada bagian ini akan diisi nilai – nilai batas untuk pasang surut dalam bentuk komponen hidrodinamika pasang surut dan nilai konsentrasi batas pada sedimen di bagian open boundaries. Komponen yang digunakan adalah astronomic dengan tipe pasang surut diurnal dan semidiurnal. Komponen utama diurnal K1 dan O1, sedangkan komponen semidiurnal M2 dan S2.

#### 9. Physical parameters

Physical parameters merupakan parameter fisik yang berhubungan dengan kondisi area permodelan. Parameter tersebut meliputi constant, roughness, viscosity, sediment, dan morphology. Pada morphology akan diisi morphology scale factor. Tujuan mengisi morphology scale factor adalah untuk melihat dampak perubahan morfologi pantai dengan rentang waktu lebih lama dari pemodelan. Data – data yang diinput pada Physical

Parameters antara lain konstanta percepatan dan berat jenis air, kekasaran, viskositas dan sedimen.

#### 10. Monitoring

Pada data grup monitoring terdiri dari observation, drogues, dan crosssection. Dalam pemodelan ini hanya menggunakan sub-data observation. Subdata *observation* meninjau setiap waktu perhitungan ketika pemodelan pada suatu titik tertentu yang telah dipilih.

#### 11. Output

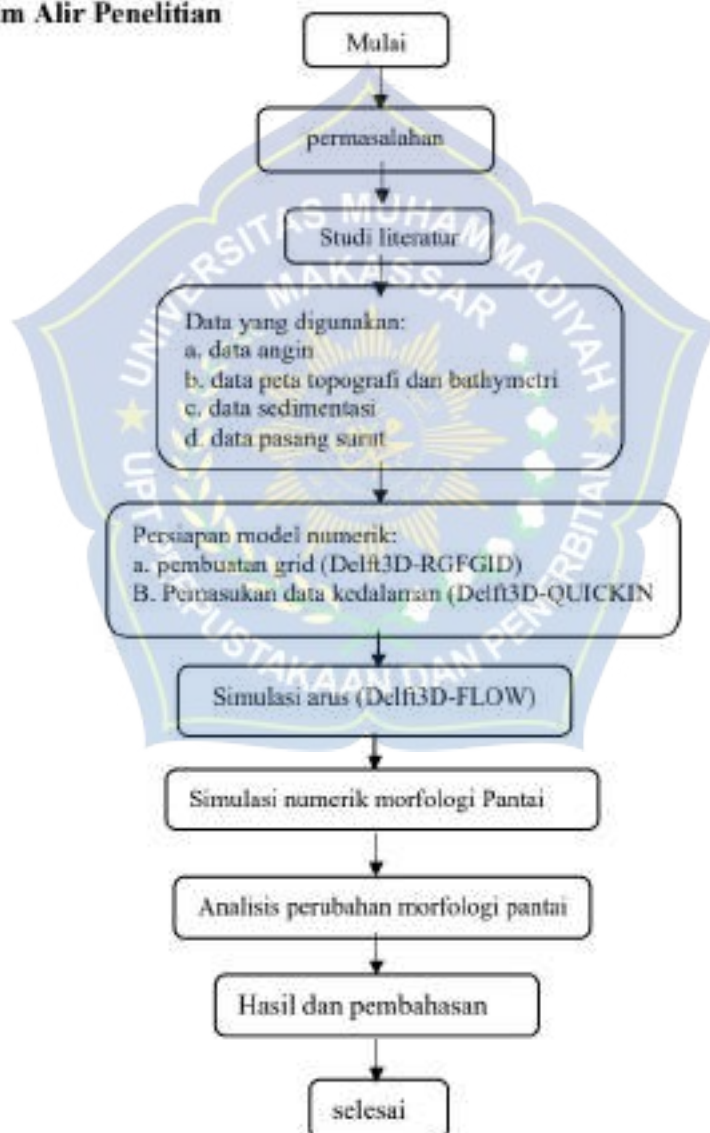
Output digunakan untuk mengatur hasil simulasi. Data grup output terdiri dari storage, print, dan details. Sub-data yang digunakan adalah storage. Storage merupakan bagian sub-data yang berisikan semua data output hasil simulasi yang tersimpan.

### 3.7 Perubahan Morfologi Pantai

Setelah Mdf-file dan Mdw-file dijalankan selama rentang waktu yang telah ditetapkan pada master definition flow file yaitu data grup pada physical parameters, maka akan diperoleh bentuk morfologi pantai. Apakah mengalami erosi/abrasi atau sedimentasi, dapat dilihat dengan cara bathimetri baru akan dikurangi dengan bathimetri awal. Nilai negatif (-) menandakan erosi, nilai positif (+) sedimentasi. Pada penelitian ini morfologi skala faktor yang digunakan selama 10 tahun. Untuk dapat menjalankan simulasi selama 10 tahun maka diperlukan morfologi skala faktor. Morfologi skala faktor merupakan simulasi secara numerik dengan skala waktu puluhan tahun. Pada simulasi ini diisi morfologi skala faktor

yang berbeda berdasarkan persentase kemunculan angin dengan lama simulasi selama 10 tahun.

### 3.8. Diagram Alir Penelitian



Gambar 9. Diagram alir penelitian



### 3.9 Langkah-langkah Simulasi

Simulasi dapat berjalan pada Delft3D-FLOW diperlukan daerah simulasi (domain) yang menunjukkan daerah yang dihitung dan batasan daerah hitungan. Daerah simulasi terdiri dari pembuatan grid dengan menggunakan Delft3DRGFGRID dan pemasukan data kedalaman dengan menggunakan Delft3DQUICKIN. Selain itu memerlukan data input lain yang diperlukan untuk proses simulasi dapat berjalan. Sama halnya dengan Mdw-file, Mdw-file juga terdiri dari beberapa kelompok data input. Pada pemodelan ini data grup yang digunakan antara lain: description, hydrodynamics, grid, time frame, boundaries, obstacles, physical parameters, output parameters.

Hasil simulasi dengan kedua skenario tersebut kemungkinan tidak langsung sesuai dengan yang diharapkan. Perlu dilakukan trial dan error agar simulasi bisa diterima. Apabila dari hasil simulasi diperoleh hasil error, harus dilakukan pengecekan ulang dari seluruh input data yang ada hingga hasil running selanjutnya dihasilkan error = 0.

### 3.10 Validasi dengan Data Lapangan

Data lapangan yang digunakan untuk validasi adalah data pasang surut dan pata arus. Data dari hasil simulasi berupa file csv yang diekspor dari Quickplot- TRIH kemudian dibuat dalam bentuk grafik dan dilakukan overlay dengan data lapangan. Apabila diperoleh MRE kurang dari 50%, maka hasil simulasi dapat dinyatakan valid.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV menyajikan hasil simulasi kondisi arus, kondisi pasang surut, kondisi sedimentasi dan perubahan morfologi Pantai pada muara Sungai Jeneberang.

### 4.1 Analisa Pasang Surut

Muka air laut sangat dipengaruhi oleh kedudukan bulan terhadap bumi. Fluktuasi air laut yang dipengaruhi oleh kedudukan bulan mengakibatkan muka air menjadi lebih tinggi yang disebut pasang dan menjadi lebih rendah yang disebut surut. Atau kondisi fluktuasi muka air ini disebut sebagai pasang surut (*tide*).

Berdasarkan nilai koefisien pasang surut diketahui komponen pasang surut yang digunakan untuk menentukan tipe pasang surut diantaranya:

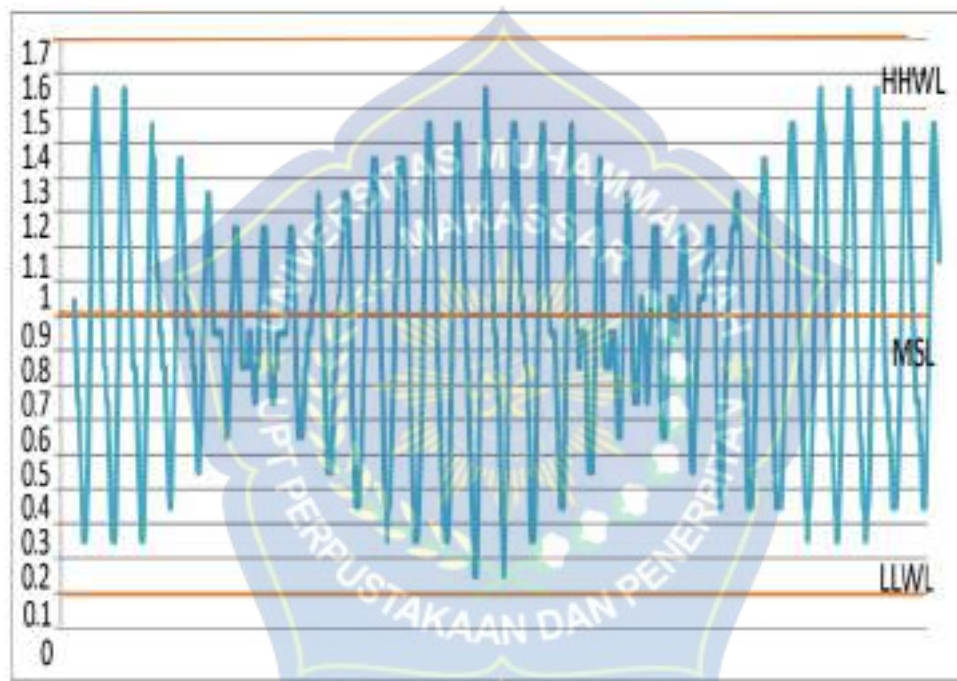
Tabel 4. Komponen pasang surut

| NO. | Komponen Pasang Surut | Amplitudo (m) | Fase (deg) |
|-----|-----------------------|---------------|------------|
| 1.  | M <sub>2</sub>        | 0,109         | 159,9      |
| 2.  | S <sub>2</sub>        | 0,131         | 298,8      |
| 3.  | N <sub>2</sub>        | 0,022         | 125,6      |
| 4.  | K <sub>2</sub>        | 0,030         | 298,8      |
| 5.  | K <sub>1</sub>        | 0,310         | 163,3      |
| 6.  | O <sub>1</sub>        | 0,202         | 143,4      |
| 7.  | P <sub>1</sub>        | 0,102         | 163,3      |
| 8.  | M <sub>4</sub>        | 0,004         | 191,1      |
| 9.  | MS <sub>4</sub>       | 0,003         | 203,1      |

Tabel diatas merupakan komponen pasang surut untuk menentukan tipe-tipe pasang surut Dimana M<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, K<sub>2</sub> adalah tipe pasang surut ganda. Sedangkan

$K_1, O_1$  dan  $P_1$  adalah tipe pasang surut Tunggal,  $M_4$  dan  $MS_4$  adalah tipe pasang surut dangkal. Berdasarkan nilai tersebut maka wilayah sekitar muara Sungai jeneberang ini diklarifikasikan sebagai semidiurnal.

Dalam membuat grafik pasang-surut ini diambil data pasang surut air laut pada posisi lintang (*Lat*) :  $5^\circ 11' 41.28''$  S (S) dan bujur (*Long*) :  $119^\circ 22' 46.56''$  (E) pada bulan desember Tahun 2014. Dari data tersebut diperoleh grafik pasang surut sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik pasang surut

Hasil data pasang surut yang diperoleh yang diplotkan kedalam grafik sebagaimana terlihat di atas dapat diketahui bahwa jenis pasang surut pada daerah muara sungai jeneberang dan sekitarnya adalah pasang surut tipe harian ganda (*semi diurnal tide*). Adapun *MSL* (*mean sea level*) memiliki nilai 0.0 m, *HHWL* (*higest high water level*) yaitu 1.7 m, *LLWL* (*lower low water level*) yaitu 0.2 m.



#### 4.2 Pengolahan data angin

Angin yang berhembus di atas permukaan laut dapat menimbulkan gelombang yang disebut gelombang yang dibangkitkan oleh angin. Dari data angin yang diperoleh selanjutnya dapat dianalisa gelombang yang terjadi.

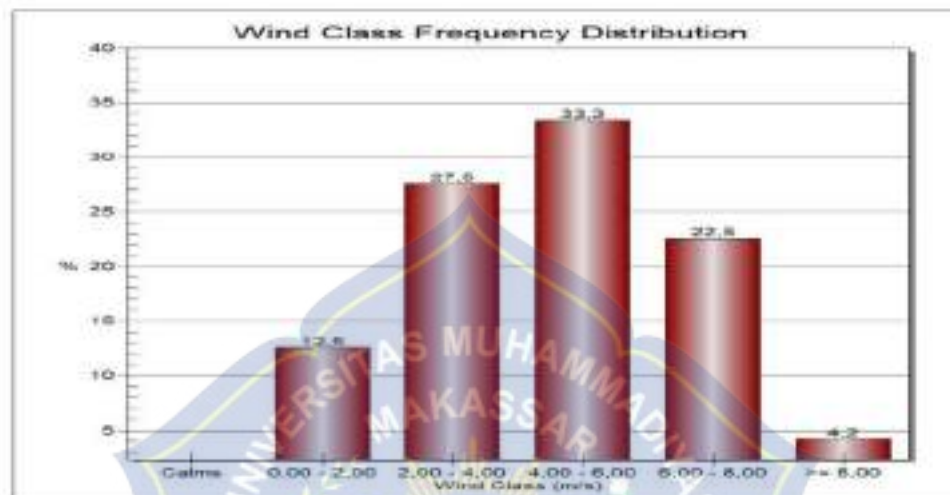
Data angin yang diperoleh dibuat dalam bentuk tabel rekapitulasi frekuensi kejadian angin dan mawar angin (wind rose) untuk mempermudah dalam pembacaan data angin tersebut. Mawar angin memperlihatkan arah angin dominan dan kecepatannya.

Berdasarkan data angin yang diperoleh dari BMKG wilayah IV Makassar Stasiun Meteorologi Maritim Paotere, pada koordinat  $119^{\circ} 22' 46.56''$  dan  $5^{\circ} 11' 41.28''$  LS dengan menggunakan data kecepatan angin terbesar dan data arah angin saat kecepatan terbesar selama 10 tahun dari tahun 2014 – 2023 diperoleh persentase frekuensi kejadian angin dan dianalisis dengan menggunakan *software windrose enviroware* untuk menggambarkan mawar angin (wind rose) sebagai berikut :

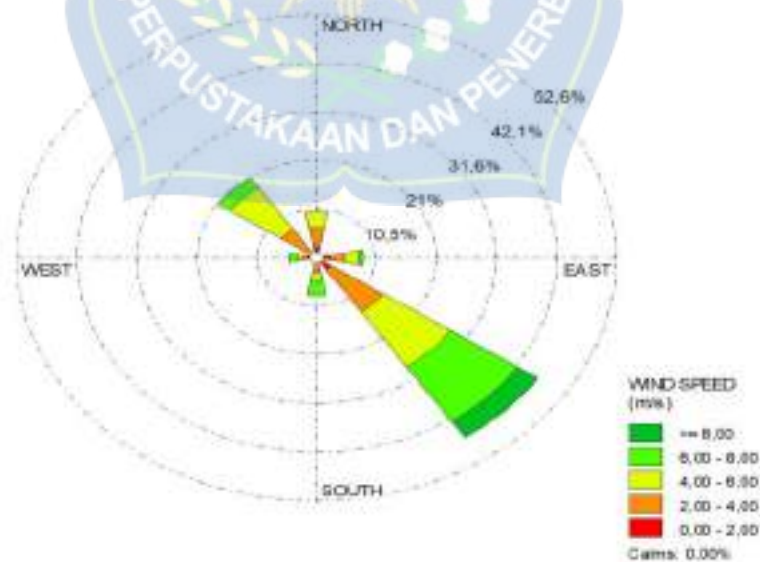
Tabel 5. Rekapitulasi presentase frekuensi kejadian angin (Stasiun Meteorologi Maritim Paotere, Makassar)

| Persentase Frekuensi Kejadian Angin (%) |                  |        |         |         |        |         |
|-----------------------------------------|------------------|--------|---------|---------|--------|---------|
|                                         | Kecepatan (knot) |        |         |         |        |         |
| Arah                                    | <2               | 2 - 4  | 4 - 6   | 6 - 8   | > 8    | Jumlah  |
| Utara                                   | 2,50%            | 4,167% | 3,33%   | 0,00%   | 0,00%  | 10,00%  |
| Timur Laut                              | 0,83%            | 0,00%  | 0,00%   | 0,00%   | 0,00%  | 0,83%   |
| Timur                                   | 2,50%            | 2,50%  | 2,50%   | 0,83%   | 0,00%  | 8,33%   |
| Tenggara                                | 3,33%            | 10,83% | 14,167% | 14,166% | 4,166% | 46,667% |

|                               |       |       |        |        |       |         |
|-------------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|---------|
| Selatan                       | 0,83% | 2,50% | 1,67%  | 3,33%  | 0,00% | 8,33%   |
| Barat daya                    | 0,00% | 0,00% | 0,00%  | 0,00%  | 0,00% | 0,00%   |
| Barat                         | 1,67% | 0,83% | 0,83%  | 1,667% | 0,00% | 5,00%   |
| Barat laut                    | 0,83% | 6,67% | 10,83% | 2,50%  | 0,00% | 20,83%  |
| Jumlah Angin Maksimum Bulanan |       |       |        |        |       | 100,00% |



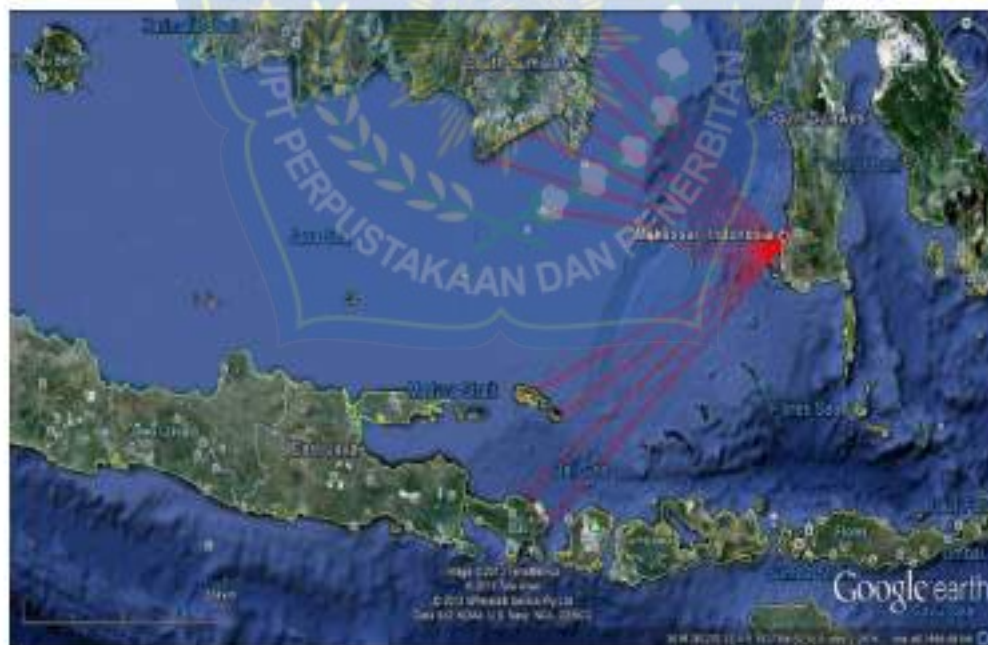
Gambar 11. Grafik Distribusi Angin hasil plotting pada Software WRPot



Gambar 12. Mawar angin muara Sungai Jeneberang

Berdasarkan rekapitulasi persentase frekuensi kejadian angin dan mawar angin yang diperoleh dari data, terlihat bahwa persentase frekuensi kejadian angin terbesar berasal dari arah Tenggara yaitu sebesar 46,667% dan dari arah barat laut yaitu sebesar 20,83%. Sehingga dapat diketahui bahwa arah angin dominan bergerak dari arah tenggara dan barat laut menuju ke daerah pesisir kota Makassar.

Dari data angin di atas dapat pula dianalisa frekuensi kejadian gelombang yang dibangkitkan oleh angin. Bangkitan gelombang oleh angin dipengaruhi oleh arah angin yang selanjutnya dianalisis berdasarkan analisa "Fetch Effective" (panjang bangkitan gelombang efektif). Analisa ini dilakukan dengan cara menarik garis lurus pada peta dari titik patokan yang ditinjau dan berakhir pada pulau yang ditemui, yang diukur sebesar  $42^\circ$  ke kiri dan ke kanan dengan interval  $6^\circ$  sehingga diperoleh panjang Fetch efektif sebagai berikut :



Gambar 13. Fetch muara Sungai Jeneberang



Tabel 6. Hasil perhitungan fetch

| $\alpha$ (°) | $\cos \alpha$ | $X_i$ (km) | $X_i \cos \alpha$ |
|--------------|---------------|------------|-------------------|
| 42           | 0.74314       | 443.000    | 329.213           |
| 36           | 0.80902       | 421.000    | 340.596           |
| 30           | 0.86603       | 379.000    | 328.224           |
| 24           | 0.91355       | 372.000    | 339.839           |
| 18           | 0.95106       | 472.000    | 448.899           |
| 12           | 0.97815       | 530.000    | 518.418           |
| 6            | 0.99452       | 400.000    | 397.809           |
| 0            | 1             | 189.000    | 189               |
| 6            | 0.99452       | 162.000    | 161.113           |
| 12           | 0.97815       | 107.000    | 104.662           |
| 18           | 0.95106       | 108.000    | 102.714           |
| 24           | 0.91355       | 466.000    | 425.712           |
| 30           | 0.86603       | 442.000    | 382.783           |
| 36           | 0.80902       | 551.000    | 445.768           |
| 42           | 0.74314       | 533.000    | 396.096           |
| Total        | 13.5109       |            | 4910.85           |

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{4910.85}{13.5109} = 363.4724263 \text{ km} = 343672 \text{ m}$$

Data angin juga digunakan untuk mendapatkan nilai Morfac (*Morphological scale factor*). Untuk mendapatkan nilai morfac selama 3 tahun dengan lama 15 hari simulasi. Perhitungan untuk mendapatkan nilai morfac dapat dilihat Perhitungan Morfac sebagai berikut:

Simulasi 30 hari = 1 bulan

Simulasi 15 hari = 0,5 bulan

Persentase kemunculan angin keseluruhan =  $5.00 + 20.83 + 10.00 + 0.83 = 36.66$

Untuk simulasi selama 3 tahun =  $0,5 \times 72 = 3$  tahun

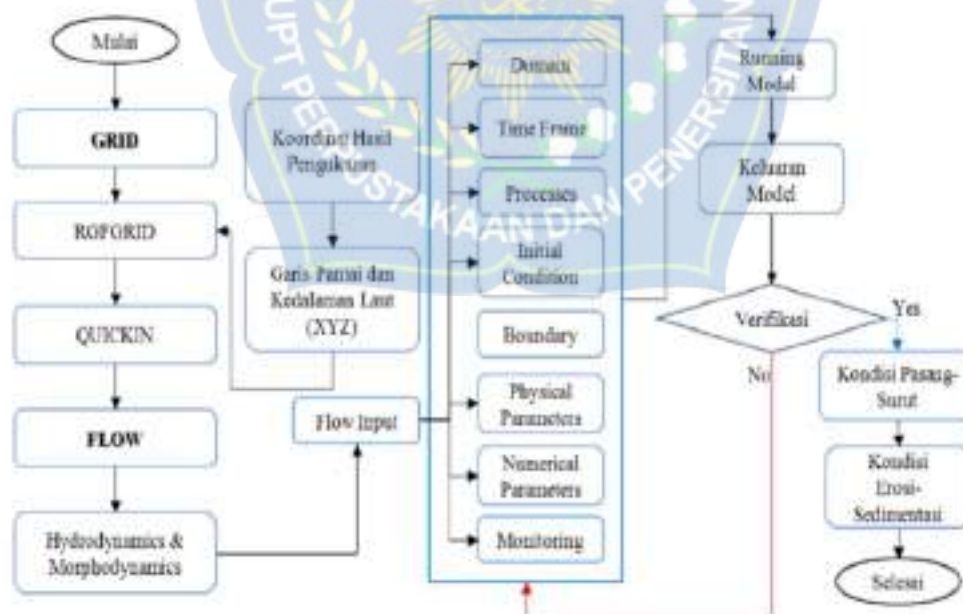
Untuk arah barat =  $5.00/36,66 = 0.136$

Morfacc =  $0.136 \times 72 = 9.792$

Tabel 7. Rekapitulasi hasil perhitungan morfacc

| Arah Angin | Persentase Kemunculan Angin (%) | Persentase kemunculan Angin selama 3 tahun | Morfacc |
|------------|---------------------------------|--------------------------------------------|---------|
| Barat      | 5.00                            | 0.136                                      | 9.792   |
| Barat Laut | 20.83                           | 0.568                                      | 40.896  |
| Utara      | 10.00                           | 0.272                                      | 19.584  |
| Timur laut | 0.83                            | 0.022                                      | 1.584   |
|            | 38.33                           |                                            | 72.0    |

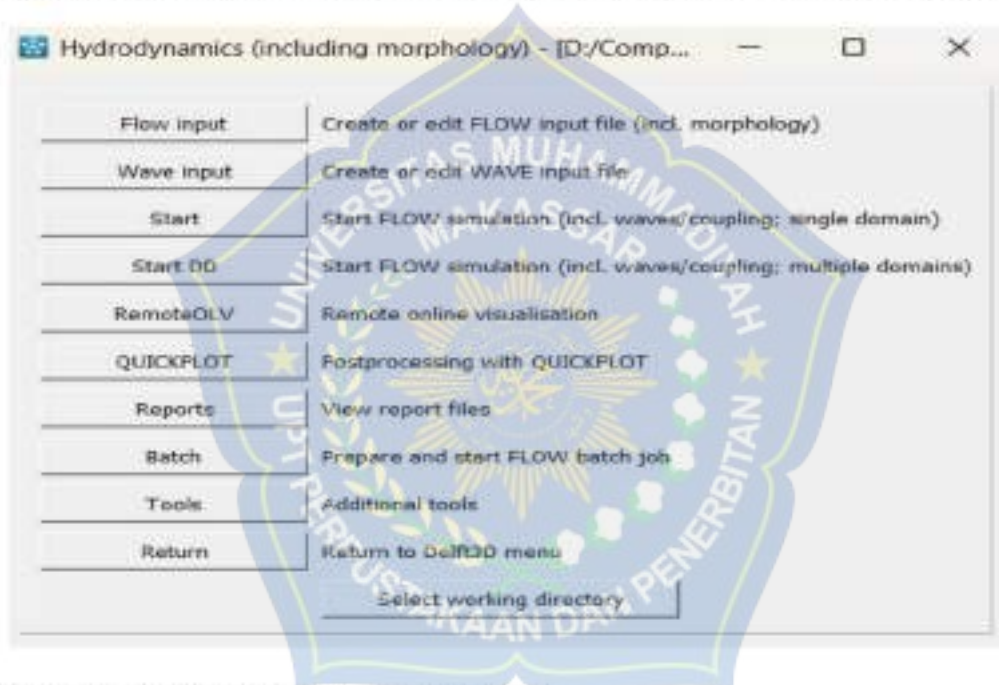
#### 4.3 Persiapan Running Delft3D



Gambar 14. Alur persiapan Running Delft3D

#### 4.4 Simulasi Pasang Surut dengan Delft3D-FLOW

Simulasi dapat berjalan pada Delft3D-FLOW diperlukan daerah simulasi (*domain*) yang menunjukkan daerah yang dihitung dan batasan daerah hitungan. Daerah simulasi terdiri dari pembuatan *grid* dengan menggunakan Delft3D-RGFGRID dan pemasukan data kedalaman dengan menggunakan Delft3D-QUICKIN. Selain itu memerlukan data input lain yang diperlukan untuk proses simulasi dapat berjalan. Tampilan Delft3D-FLOW dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Gambar tampilan Delf3D Flow

Gambar diatas merupakan tampilan awal delft3D flow sebelum dimasukan data penelitian dan setelah dimasukkan data penelitian kemudian dirunning untuk memperoleh data hasil penelitian.

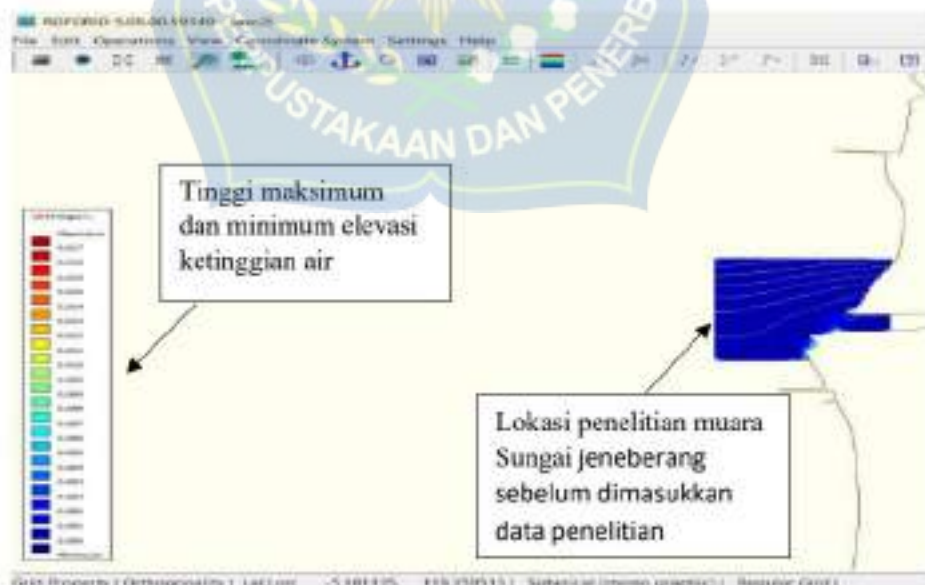


#### a. Garis Pantai (Land Boundary)

Land boundary merupakan batas yang menunjukkan wilayah darat dan lautan. Melakukan simulasi memerlukan data digitasi yang dilakukan dengan menggunakan ArcGIS untuk mendapatkan nilai koordinat pada daratan.

ArcGIS berfungsi untuk mendigitasi daerah yang digunakan untuk simulasi. Peta yang digunakan untuk medigitasi wilayah yang disimulasi bersumber dari Google Earth.

Output yang telah didigitasi dalam bentuk koordinat X dan Y kemudian dipindahkan ke texpad yang sudah diformat agar dapat dijadikan sebagai input land boundary dengan format \*.ldb. Setelah tersimpan file tersebut dapat dibuka dengan menggunakan Delfi3D-RGFGRID sehingga terbentuk garis pantai dan wilayah daratan dan laut. Hasil proses digitasi land boundary dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Tampilan land boundary pada RGFGRID Delfi3D

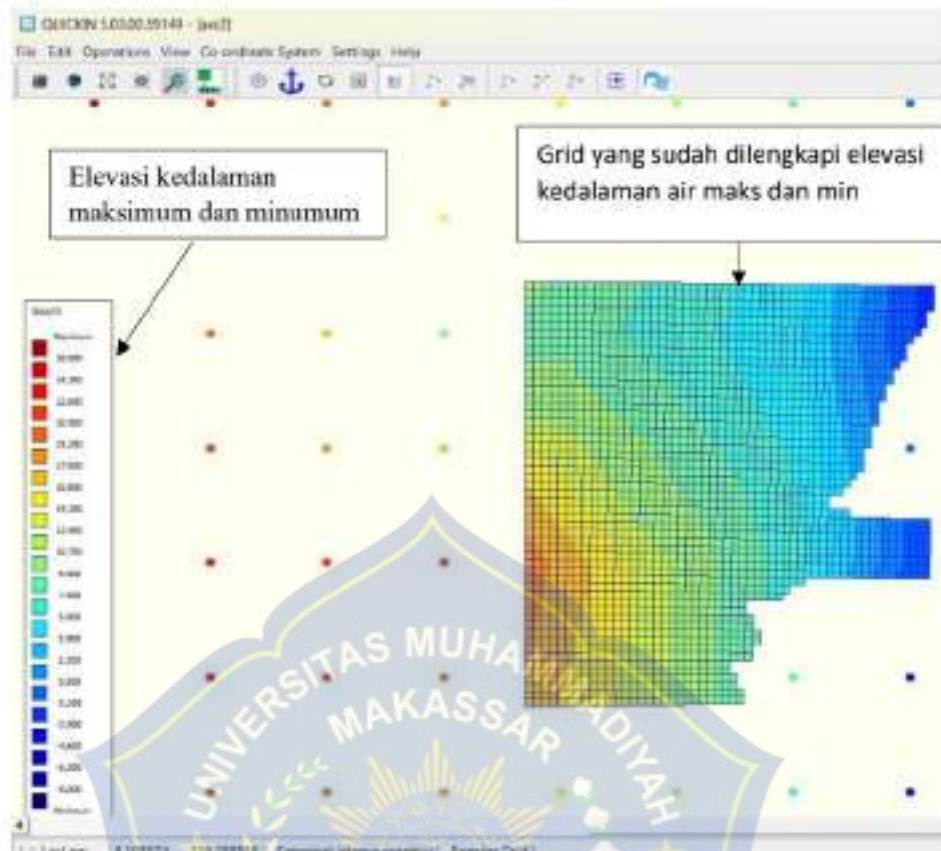
## **b. Samples dan Depth**

Setelah selesai membuat grid, maka langkah selanjutnya adalah menginputkan file FGRGRID ke dalam QUICKIN untuk menginput kedalaman dari masing-masing kontur. Penginputan dilakukan dengan menginputkan file bathimetri yang berformat XYZ atau Samples.

Samples dibuat dari data bathimetri yang telah diproses pada subbab sebelumnya. Setelah dilakukan pemilihan area studi dengan software ArcGIS atau Global Mapper, lalu dilakukan export menjadi format \*.xyz.

File bathimetri yang diperoleh dari [TanahairIndonesia.go.id](http://TanahairIndonesia.go.id) adalah dalam bentuk textpad yang harus dilakukan penyesuaian terlebih dahulu sebagai berikut :

- a) Textpad di-copy (ctrl+A) lalu di-paste (ctrl+v) di dalam excel
- b) Dilakukan format ulang hingga isi kolom secara urut adalah latitude, longitude dan kedalaman (depth)
- c) Dilakukan delimited di excel apabila format dari \*.txt belum sesuai
- d) Tidak diperkenankan ada spasi ataupun tanda lainnya
- e) Bilangan desimal pada latitude dan longitude harus menggunakan tanda koma(,)

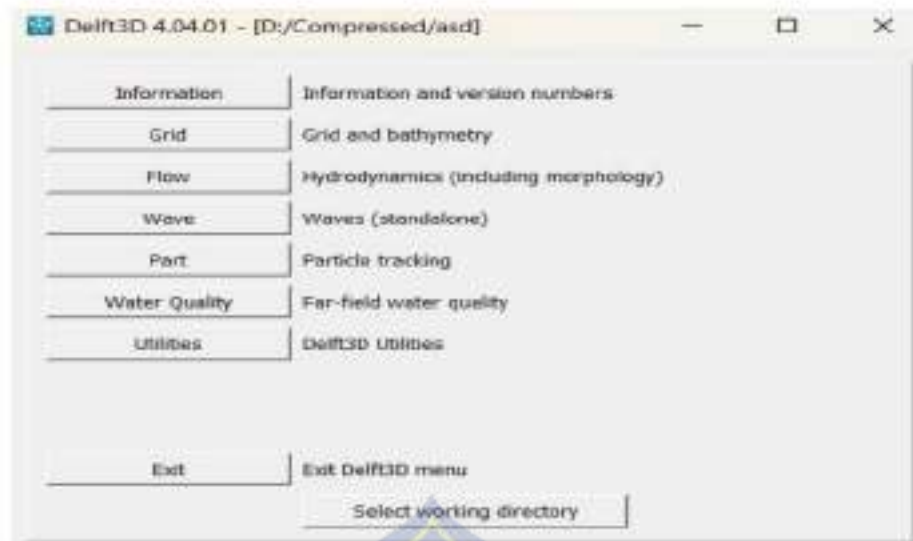


Gambar 17. Tampilan Samples pada QUICKIN Delft3D

### c. Pembuatan Meshing

Meshing adalah grid yang sudah dilengkapi dengan kedalaman. Setelah proses pada menu grid sudah dilakukan maka hasil dari pemodelannya disebut meshing. Langkah pertama yang harus dilakukan dalam permodelan Delft3D adalah membuat meshing. Meshing dalam Delft3D di artikan sebagai area studi yang akan dimodelkan.





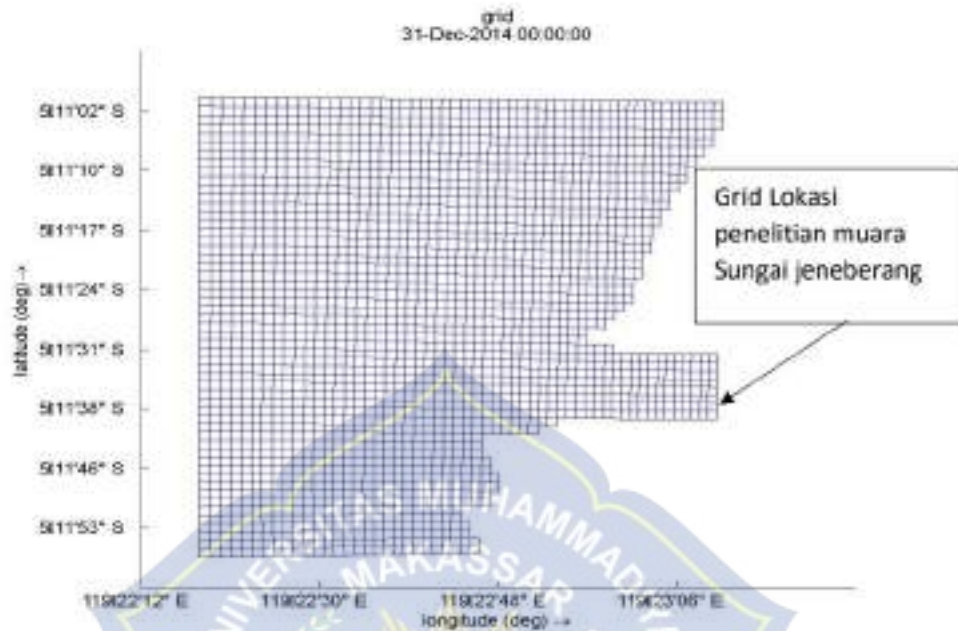
Gambar 18. Menu software Delft3D



Gambar 19. Menu untuk membuat meshing

Data yang diinputkan dalam pembuatan meshing adalah data batimetri yang filenya telah diubah format menjadi XYZ. File tersebut dapat membantu dalam pembuatan grid karena file dalam format XYZ tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam membentuk area studi yang akan di modelkan. Meshing dibuat dalam menu grid, jadi dipilih menu grid.

Dalam membuat meshing langkah pertama yang dilakukan adalah membuat grid seperti gambar grid berikut.

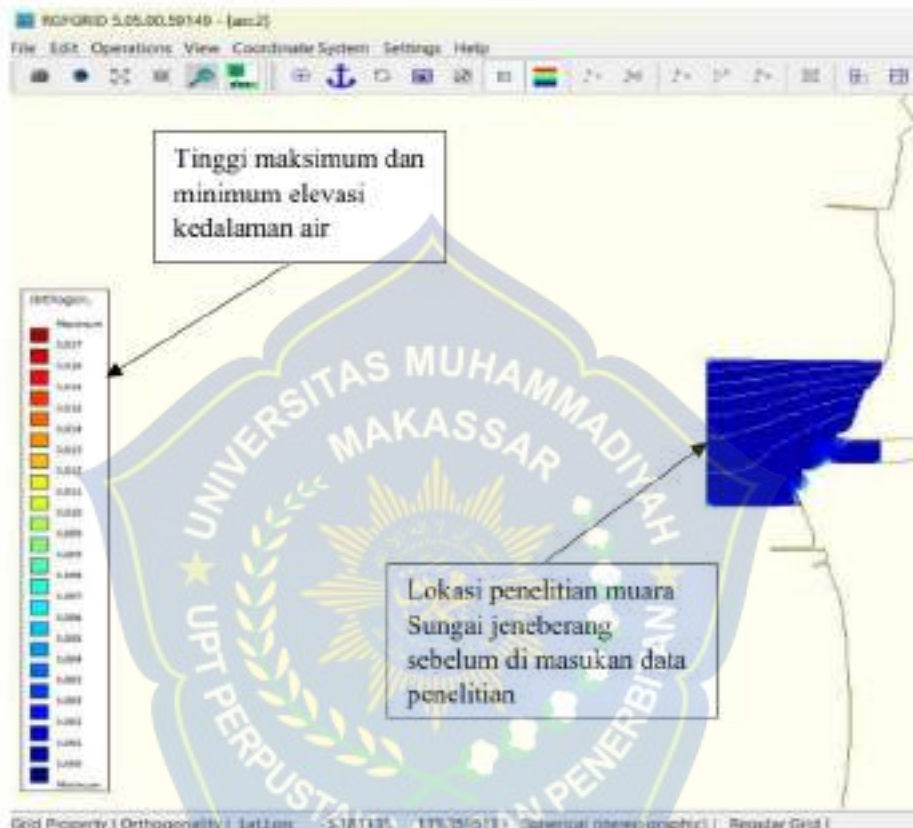


Gambar 20. Grid hasil permodelan

Langkah-langkah pembuatan Grid dalam studi muara Sungai jeneberang ini adalah sebagai berikut :

1. Buka attribute, pilih open Land Boundary lalu pilih hasil digitasi garis pantai yang telah dibuat dengan google art pro.
2. Buat batas area dengan Splines, lalu ubah Splines menjadi Grid.
3. Grid coarseness dapat dihaluskan dengan refine atau derefine.
4. Hapus Grid yang berada di area daratan, bisa dengan penghapusan satu-persatu atau dengan Polygon.
5. Periksa orthogonality, harus berada dibawah 0,04.

6. Apabila ada grid yang nilai Orthogonality-nya diatas 0,4, lakukan orthogonalise grid hingga mencapai angka yang diharapkan.
7. Setelah selesai, ekspor hasilnya menjadi dua file dengan extension \*.grd dan \*.enc.

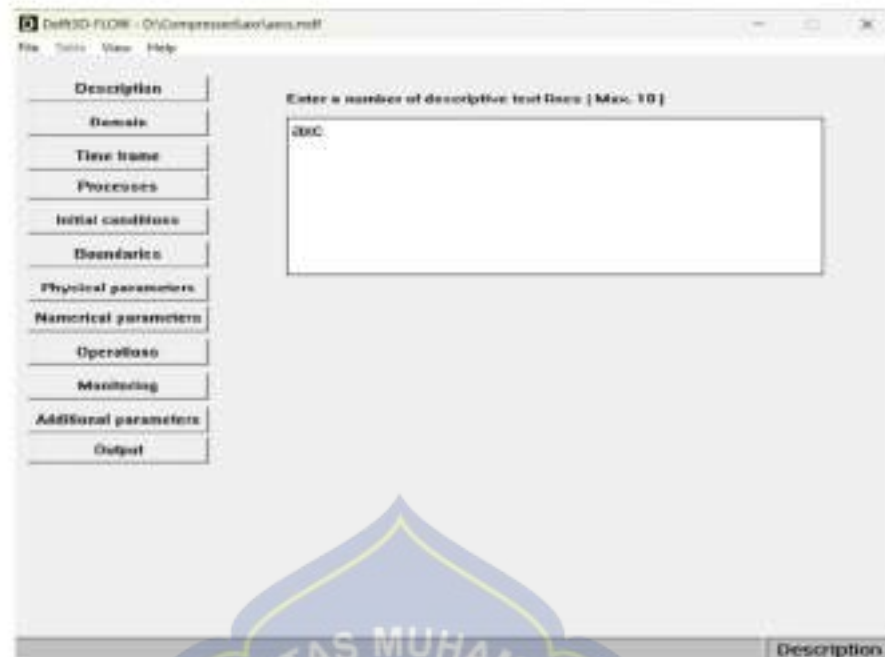


Gambar 21. Pengecekan orthogonality pada Grid

#### d. Input Flow

Setelah membuat meshing tahap selanjutnya adalah menginput beberapa parameter pada Delft3D-FLOW. Berikut merupakan parameter-parameter yang harus diinputkan pada Delft3D-FLOW.

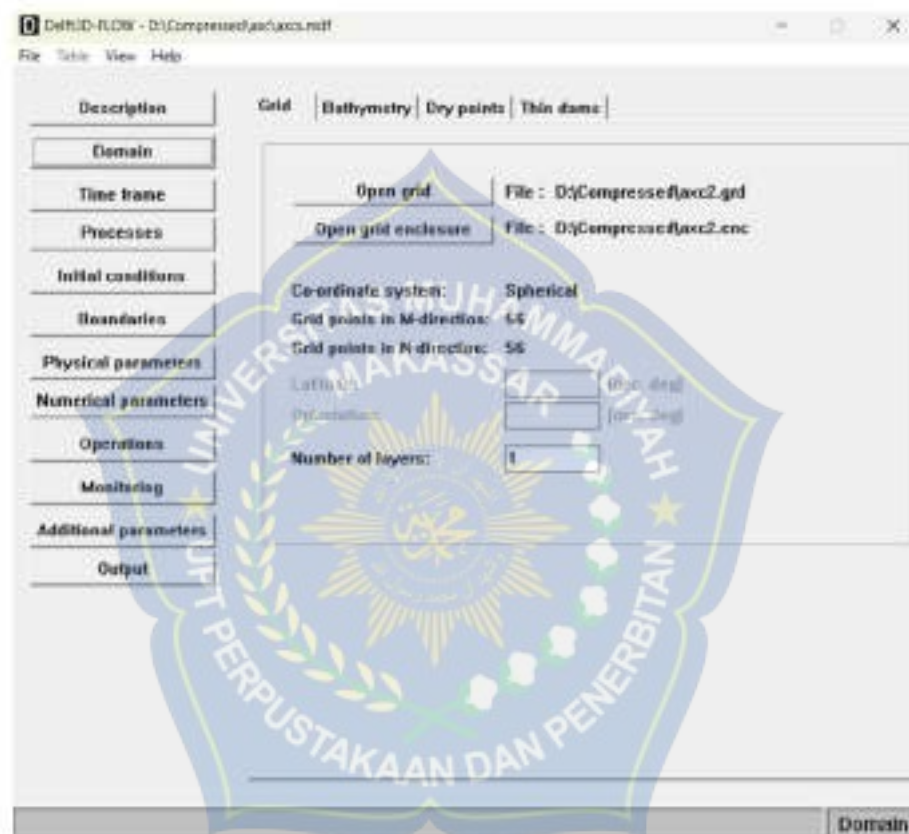




Gambar 22. Delft3D-Flow input

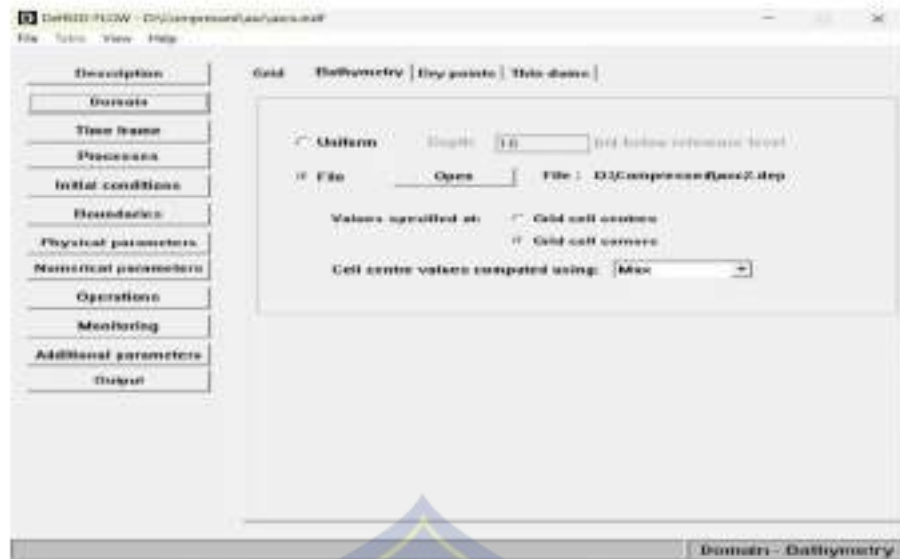
1. Description : Kotak teks yang berfungsi untuk menerangkan tujuan dari simulasi
2. Domain : Area yang di tinjau dalam permodelan
3. Time Frame : Menu yang menginformasikan awal simulasi yang merekam setiap bangkitan yang terjadi dalam interval menit.
4. Processes : Inputan tambahan dalam simulasi
5. Boundaries : Menu yang memberikan informasi batasan-batasan dalam pemodelan
6. Physical Parameters : Parameter fisik yang berkaitan dengan area studi
7. Monitoring : Area yang mewakili semua area simulasi
8. Output : Mengatur hasil simulasi

Pada skripsi ini digunakan sistem koordinat Spherical karena dalam Spherical telah mengkalkulasi jarak (distance) / luasan (area) berdasarkan unsur kelengkungan bumi (curve surface). Sementara Cartesian tidak dapat digunakan pada permukaan yang lengkung karena menggunakan metode kalkulasi data yang didasarkan pada bidang datar (flat plane).



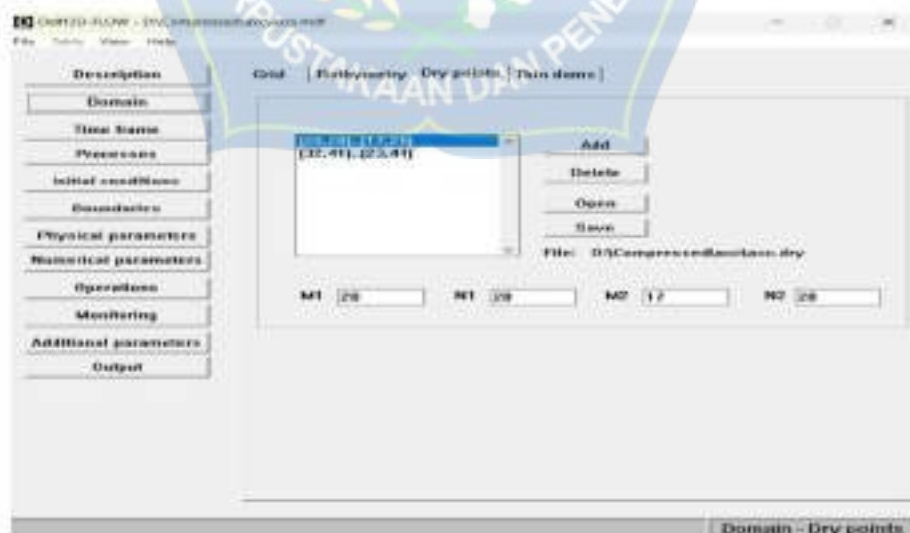
Gambar 23. Input Grid dalam domain

Karena Grid dibuat dalam sistem koordinat Spherical, maka setelah file \*.grd dan \*.enc dimasukkan dalam Flow Input maka selanjutnya keterangan tersebut akan muncul secara otomatis. Untuk perbedaan penggunaan sistem koordinat Kartesian dan Spherical telah dijelaskan dalam Manual Book Delft3D-FLOW.



Gambar 24. Input bathimetri dalam domain

Dalam studi ini menggunakan skenario adanya bangunan jetty pada muara Rejoso. Input Dry Points digunakan untuk menambahkan objek yang harus selalu berada diatas permukaan air seperti Jetty, sementara untuk Thin Dams digunakan untuk menambahkan objek yang boleh dilampaui air melimpas diatasnya.



Gambar 25. Input lokasi Jetty dalam dry points

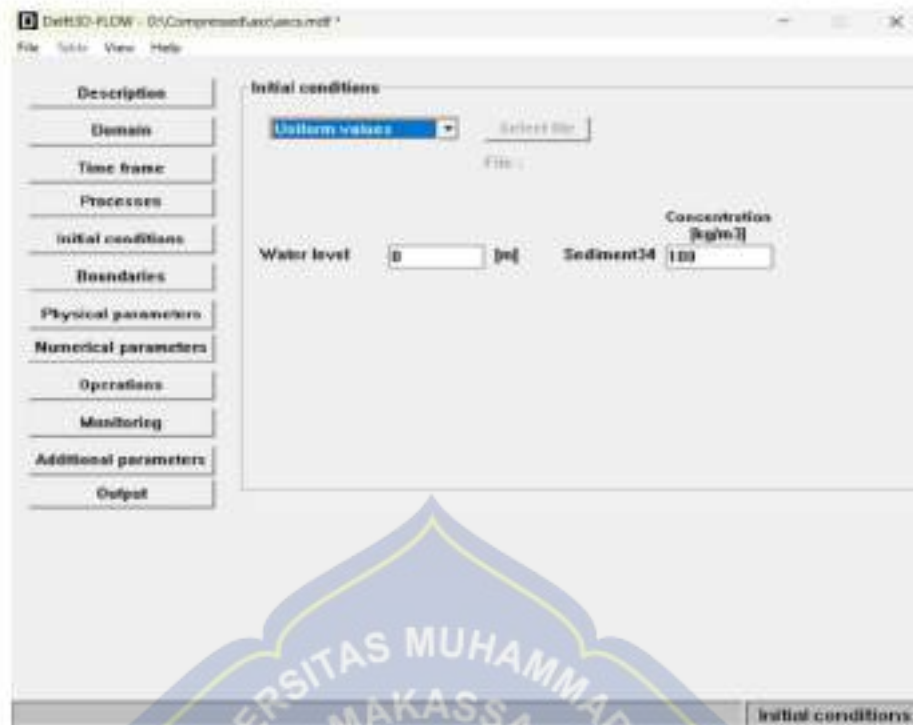




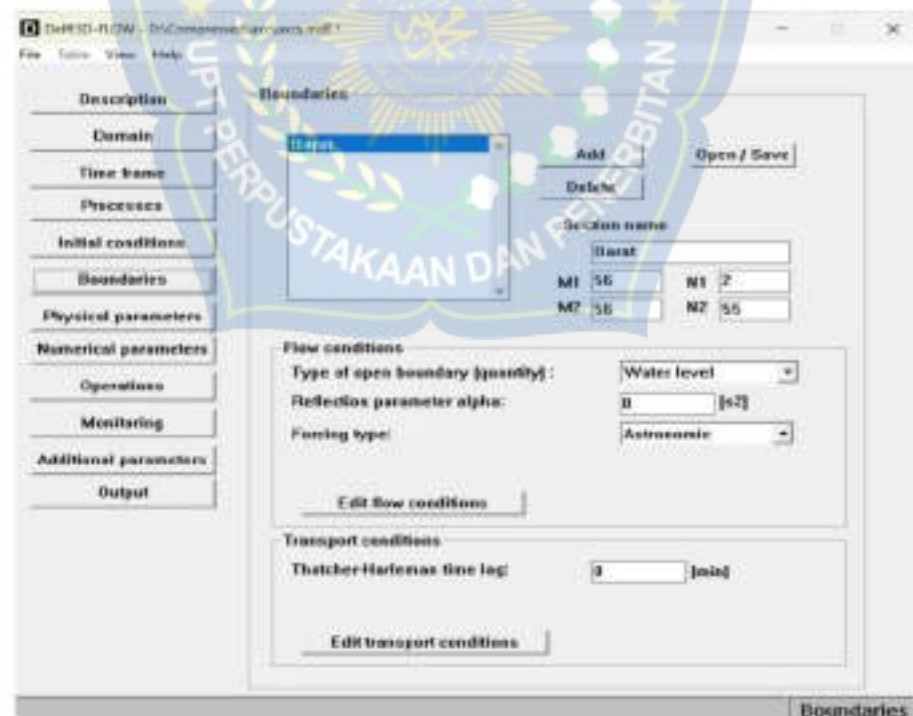
Gambar 26. Input time Frame



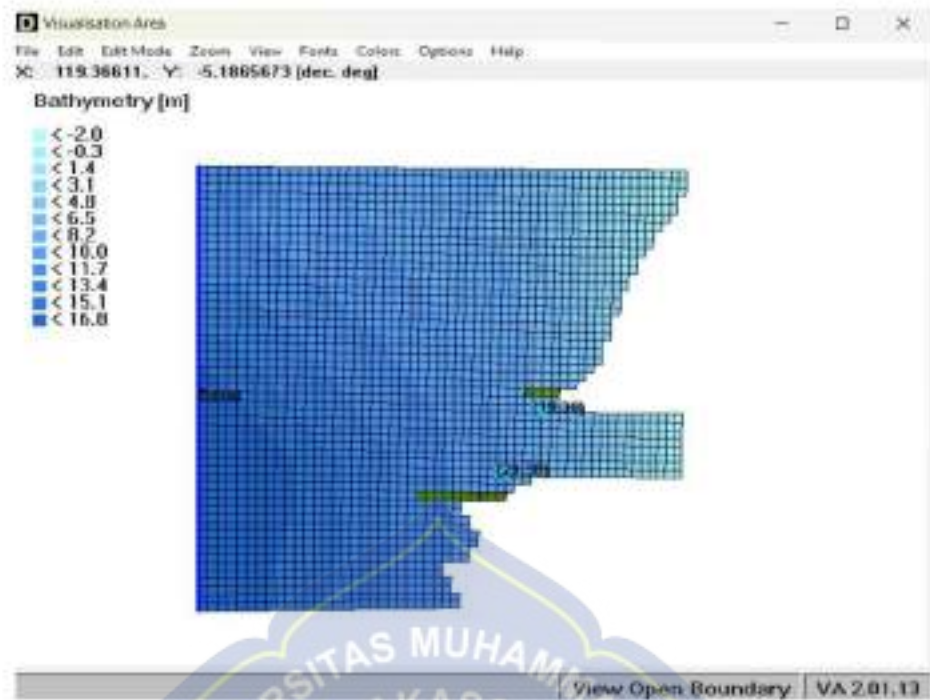
Gambar 27. Input proses yang digunakan dalam studi



Gambar 28. Proses input initial Condition



Gambar 29. Proses input boundaries



Gambar 30. Visualization area studi muara sungai jeneberang

**Component sets**

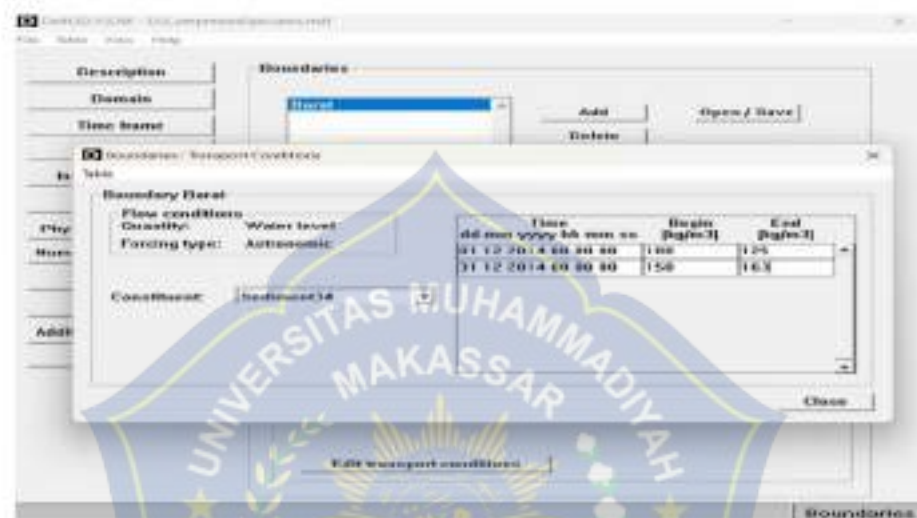
| Set | Amplitude [m] | Phase [deg] | Corrections |
|-----|---------------|-------------|-------------|
| K1  | 5.334e-005    | 163         |             |
| O1  | 3.203e-005    | 143         |             |
| M2  | 5.4e-006      | 159         |             |
| S2  | 1.31e-006     | 298         |             |

Close

Gambar 31. Proses input astronomical data



Setelah proses pembentukan Boundaries selesai, masing-masing titik start dan finish tiap boundary harus diisi dengan keterangan pada edit flow condition. Dalam studi di Muara Rejoso ini dilakukan dengan memilih tipe boundary berupa water level dan forcing type : Astronomic, sehingga edit flow condition sesuai dengan Gambar 32.



Gambar 32. Proses input transport Condition

Pada penentuan boundaries juga dilakukan penentuan Transport Condition. Pada studi ini dipilih Thatcher Harleman time-lag 60 menit dan dilakukan pengisian constituent sedimen pada tiap boundary sesuai pada toolbar Process.

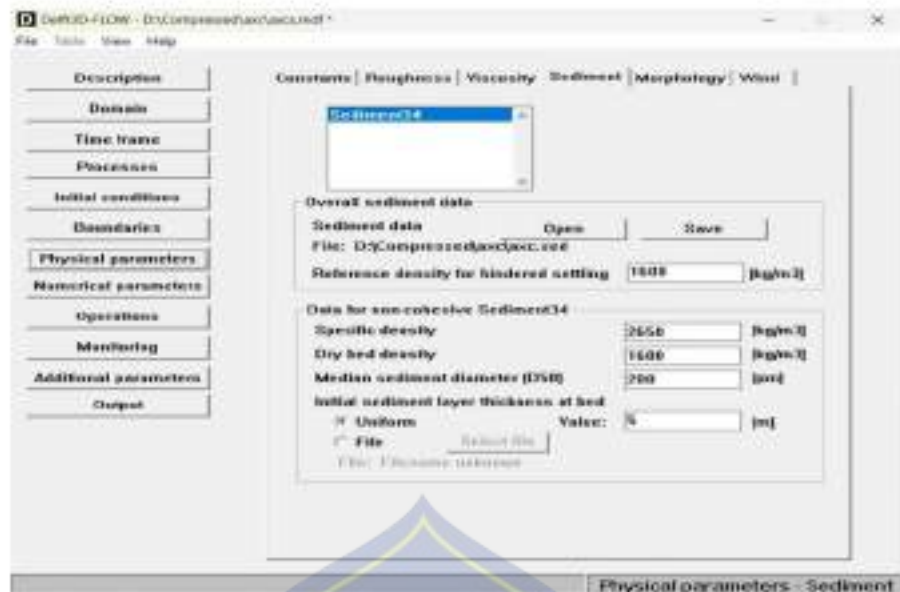


Gambar 33. Proses input Physical parameter



Gambar 34. Proses input Morphological pada Physical parameter

Proses input Physical Parameter ini didahului dengan mempersiapkan file yang harus diunggah dengan extension yang telah ditentukan dalam Manual Book Delft3D. Pada penentuan Morphology, file dengan extension \*.mor harus dipersiapkan dengan penyesuaian script dan ketentuan-ketentuan dari Manual Book Delft3D.



Gambar 35. Proses input sediment pada physical parameter

Selain pada input Mor, pada input sedimen di Physical Parameter ini juga didahului dengan mempersiapkan file yang harus diunggah dengan extension yang telah ditentukan dalam Manual Book Delft3D. Pada penentuan Sediment, file dengan extension \*.sed harus dipersiapkan dengan penyesuaian script dan ketentuan-ketentuan dari Manual Book Delft3D.





Gambar 36. proses input wind pada physical parameter

Pada input parameter angin, dipilih *space varying wind and pressure*, dimana nantinya file hasil generate data meteorologi selama 10 tahun di lokasi studi di sekitar Muara sungai jeneberang yang telah diproses menjadi extension berbentuk \*.amu, \*.amv, dan \*.amp akan diproses sebagai file eksternal dalam additional parameter.



Gambar 37. Proses input numerical parameter



Gambar 38. Proses input observation

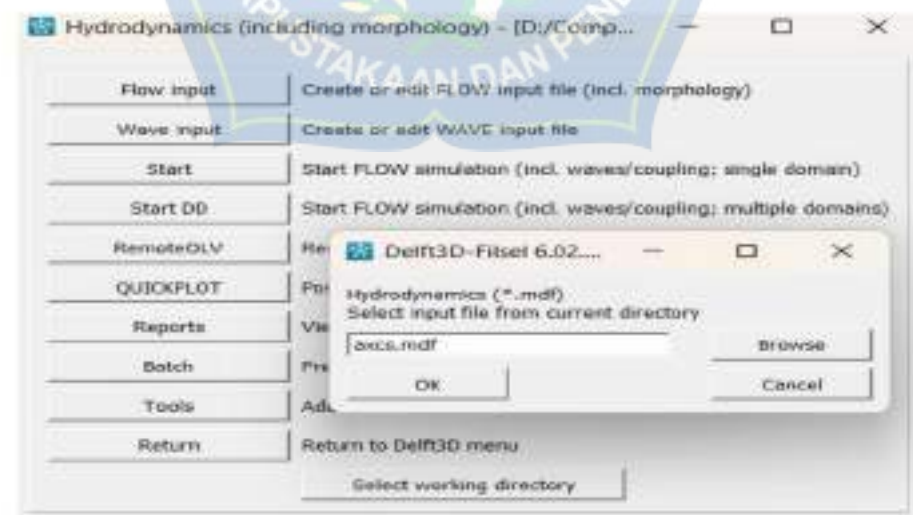
Pada input Observation dilakukan penentuan titik observasi untuk dapat dilakukan validasi dengan data lapangan yang dimiliki di lokasi studi tersebut. Dalam studi ini penulis hanya memiliki satu lokasi observasi

dengan data pasang surut dan arus yang akan divalidasi dengan grafik data hasil simulasi Delft3D.



Gambar 39. Proses input hasil simulasi

Setelah seluruh pengisian Flow-Input selesai, data tersebut disimpan seluruhnya dalam bentuk \*.mdf. Data \*.mdf tersebut nantinya akan menjadi input dari running Delft3D.

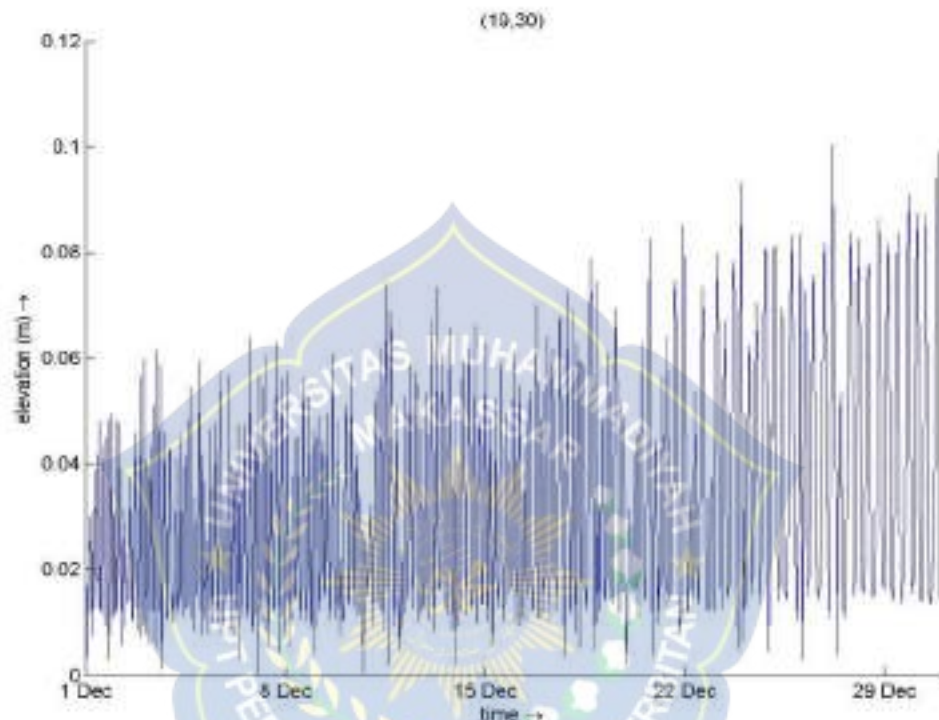


Gambar 40. Running Delft3D



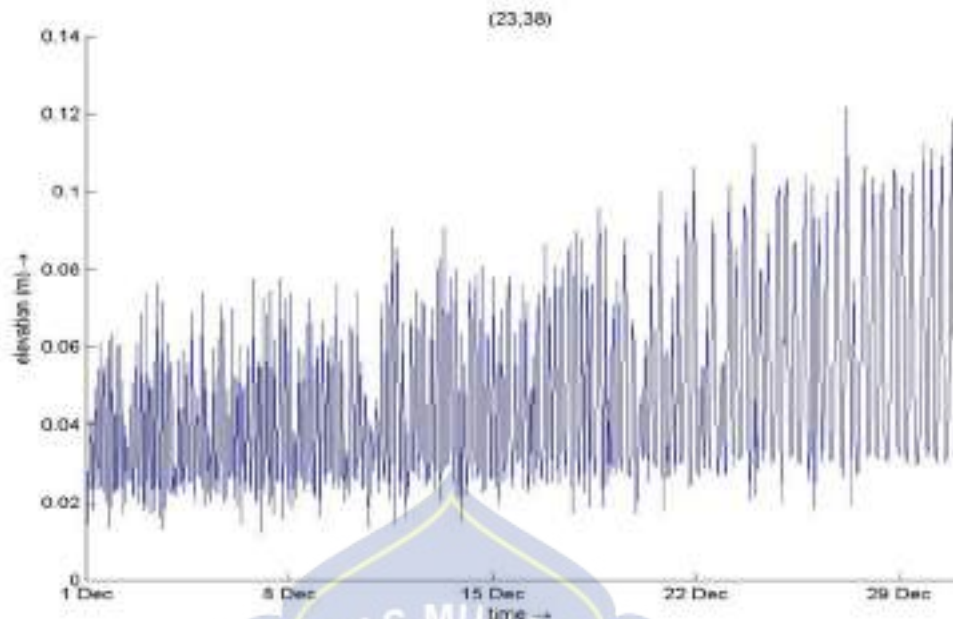
#### 4.5. Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan sesuai Manual Book Delft3D, diperoleh hasil grafik simulasi arus dan pasang surut eksisting sebagai berikut.



Gambar 41. Grafik hasil simulasi pasang surut

Pada gambar di atas merupakan grafik hasil simulasi pasang surut yang terjadi pada muara sungai jeneberang yang diukur selama 31 hari. Tinggi elevasi puncak air pasang dari siklus pasang surut adalah berada pada 0.1 m terjadi pada tanggal 28 desember 2014 dan elevasi surut terendah dari siklus pasang surut berada pada 0.02 m terjadi pada tanggal 1 desember 2014.



Gambar 42. Grafik hasil simulasi arus

Pada gambar 42 merupakan grafik hasil simulasi arus yang terjadi pada muara sungai jeneberang yang diukur selama 31 hari. Tinggi elevasi puncak air pasang dari siklus simulasi arus adalah berada pada 0.12 m terjadi pada tanggal 28 desember 2014 dan elevasi surut terendah dari siklus simulasi arus berada pada 0.02 m terjadi pada 1 desember 2014.

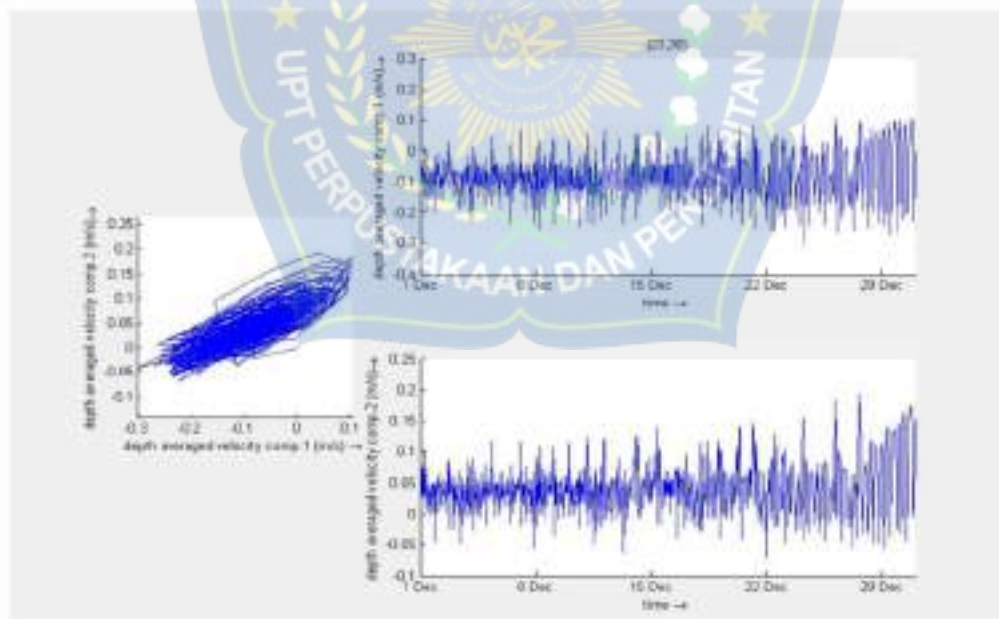
#### 4.6 Hasil Simulasi Arus

Berdasarkan hasil pengolahan data dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kondisi arus menunjukkan adanya hubungan antara fluktuasi arah dan kecepatan arus dengan pola pasang surut yang terjadi, dengan melihat adanya pergerakan arah arus yang cenderung bolak-balik. Pada saat kondisi surut arah arus cenderung ke arah utara hingga timur dan pada saat pasang arah arus ke arah barat hingga selatan.

2. Kecepatan arus pada saat surut relatif lebih besar daripada saat kondisi pasang.
3. Kecepatan arus pada kolom air permukaan memiliki kecepatan arus yang lebih besar daripada kolom air tengah dan dasar. Semakin ke dasar laut, kecepatan arus relatif semakin kecil. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengaruh angin dan kekasaran dasar laut cukup berperan dalam pergerakan arus di lokasi tersebut.
4. Pengaruh angin terhadap kecepatan arus juga dapat dilihat dari data dimana kecepatan arus cenderung meningkat sejalan dengan kecepatan angin yang semakin kencang seperti ditunjukkan pada Gambar 43 dan 44.

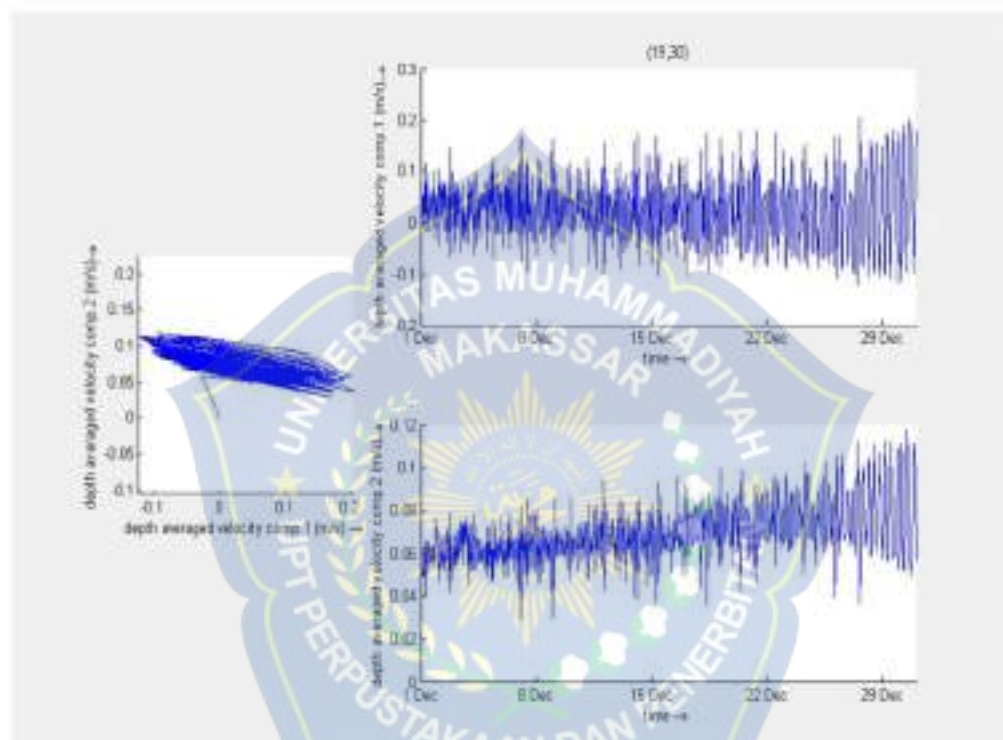
Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan pada kondisi eksisting maka didapatkan kondisi arus sebagai berikut:



Gambar 43. Grafik QUICKPLOT file TRIH pada awal simulasi arus selama 31 hari



Berdasarkan awal hasil simulasi yang di tampilkan pada gambar 43 memiliki kecepatan rata-rata kedalaman semakin hari semakin meningkat perputaran arus kedalamanya dari arus terendah -0.05 m pada saat air surut meningkat hingga 0.15 m pada saat air pasang. Kondisi perputaran arus lebih dominan pada saat kondisi air sedang surut.

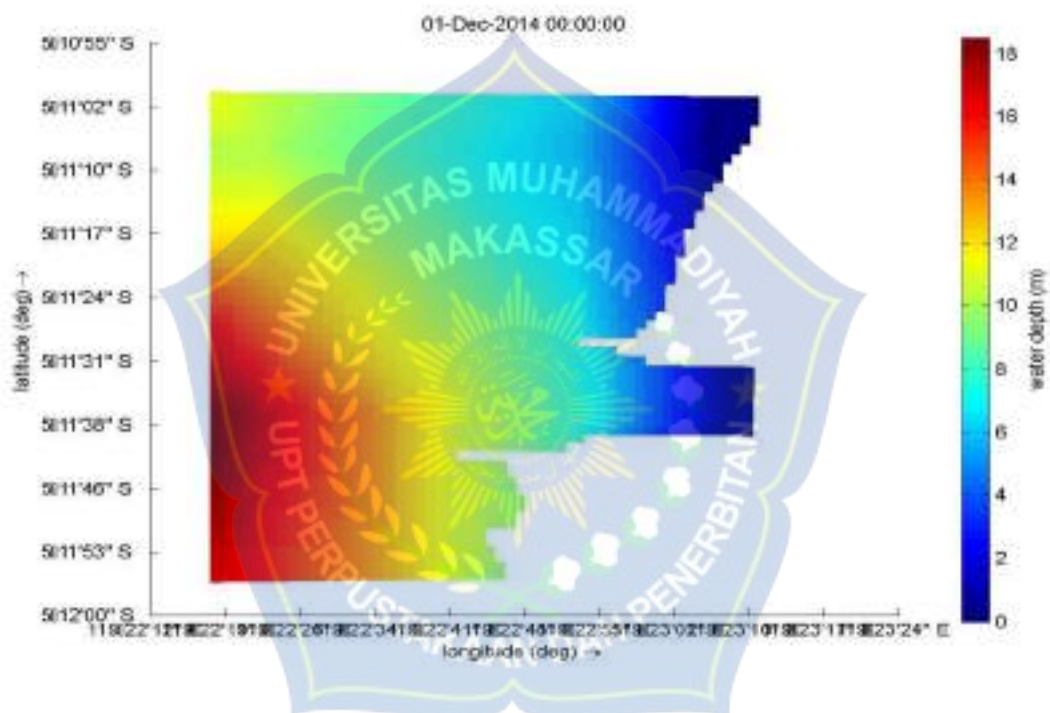


Gambar 44. Grafik hasil QUICKPLOT file TRIH pada akhir simulasi arus selama 31 hari

Berdasarkan akhir hasil simulasi yang di tampilkan pada gambar 44 memiliki kecepatan rata-rata kedalaman semakin hari semakin menurun perputaran arus kedalamanya dari arus 0.1 m mengalami penurunan hingga 0.05 m, perputaran arus lebih dominan pada saat kondisi air sedang surut.

#### 4.7 Kedalaman Arus

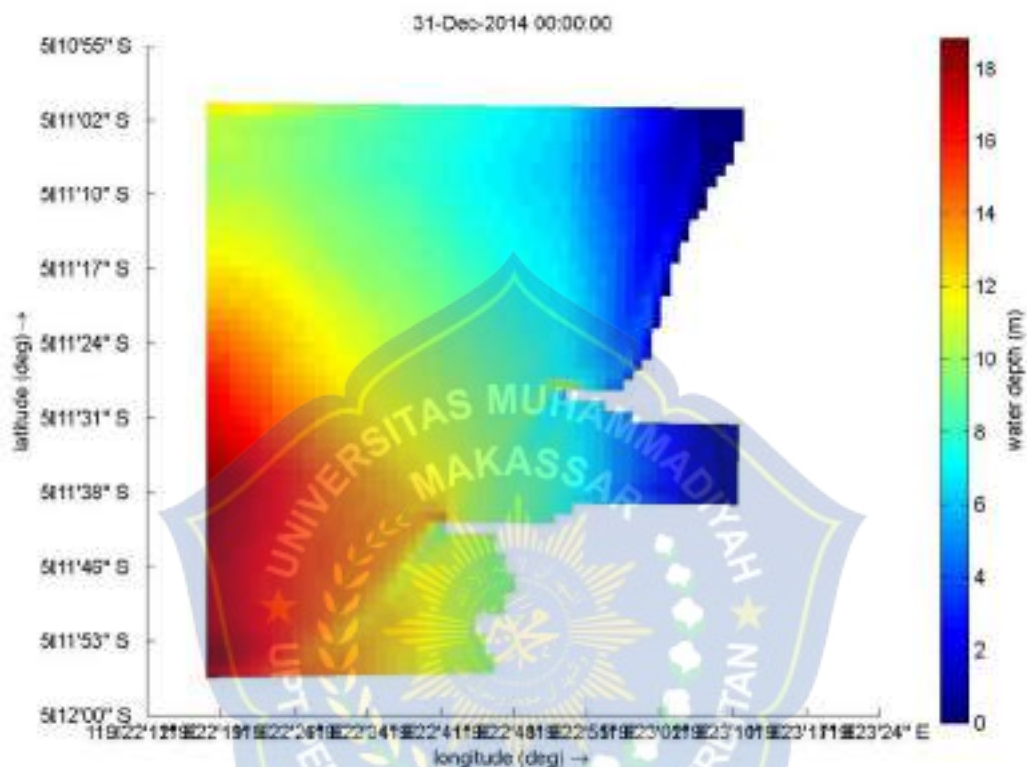
Hasil simulasi software Delft3D menunjukkan bahwa arus berasal dari arah selatan pada saat pasang tertinggi dan ada arus yang datang dari timur pada saat surut terendah. Berikut merupakan gambar dari besaran dan arah arus dari dua skenario model saat pasang menuju surut tanggal 1 desember 2014 sampai 31 desember 2014.



Gambar 45. awal simulasi arus muara sungai jeneberang

Gambar diatas merupakan gambaran kondisi awal sebelum simulasi dilakukan. kondisi bathimetri di sekitar daerah simulasi sejajar garis pantai memiliki kondisi tinggi elevasi kedalaman air hingga 18 m dari arah Pantai. Terjadi pada titik koordinat 5° 11' 31" hingga 5° 11' 53" lintang selatan dan 119° 22' 12" hingga 119° 22' 26" bujur timur. Setelah dilakukan simulasi didapatkan

perubahan besarnya kedalaman air pada Muara Sungai jeneberang akibat adanya jetty. Pada kondisi awal simulasi, terlihat gradasi penurunan besarnya arus setelah dibangun jetty.

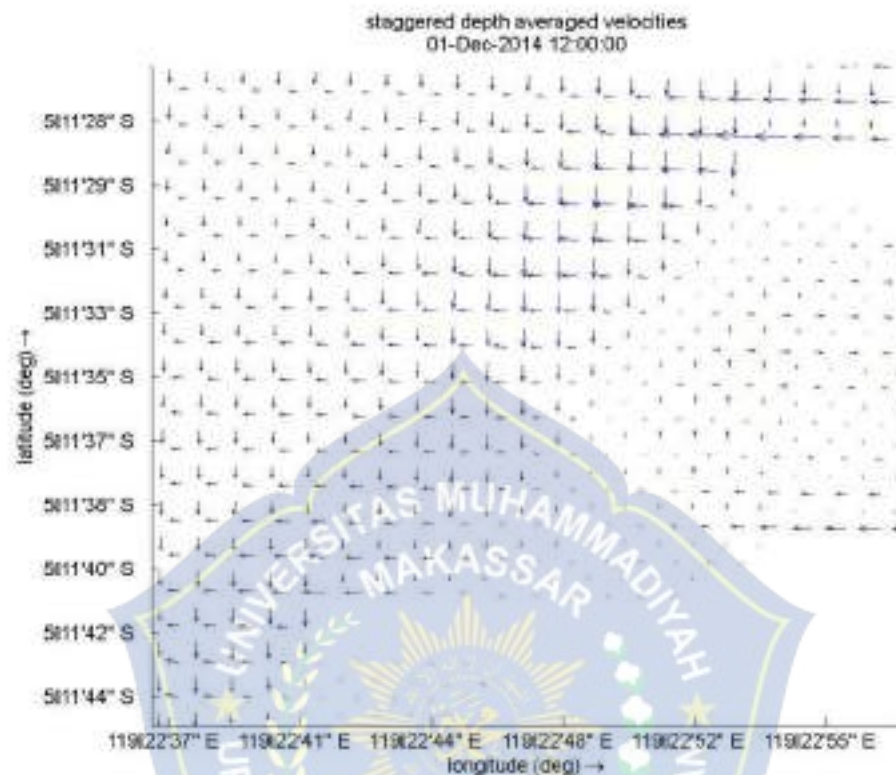


Gambar 46. Akhir simulasi arus muara sungai jeneberang

Gambar diatas merupakan gambaran kondisi akhir scenario setelah simulasi dilakukan. Kondisi bathimetri di sekitar daerah simulasi sejajar garis pantai memiliki kondisi kedalaman air meningkat hingga 18 m dari arah pantai. Terjadi pada titik koordinat  $5^{\circ} 11' 31''$  hingga  $5^{\circ} 12' 00''$  lintang selatan dan  $119^{\circ} 22' 12''$  hingga  $119^{\circ} 22' 26''$  bujur timur. Setelah dilakukan simulasi didapatkan perubahan besarnya arus pada Muara Sungai jeneberang akibat adanya jetty. Pada kondisi akhir simulasi, terlihat gradasi penurunan besarnya arus setelah dibangun jetty.

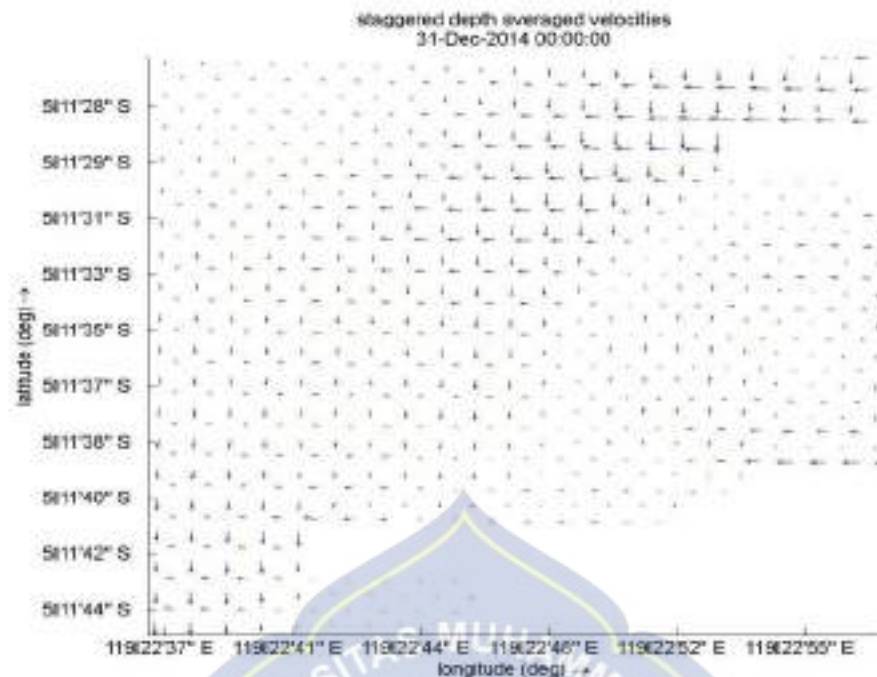


Sama halnya kondisi awal simulasi. Dapat disimpulkan kedalaman air yang terjadi semakin hari semakin meningkat.



Gambar 47. Vektor kecepatan pada kondisi awal simulasi pasang surut

Pada gambar diatas menampilkan perputaran arus dari arah Timur , yaitu kondisi pasang bergerak dari Timur menuju selatan dan ada sebagian arus bergerak dari arah selatan menuju Timur. Sebagian arus keluar secara tidak beraturan pada dalam jetty. Terjadi pada titik koordinat  $5^{\circ} 11' 29''$  hingga  $5^{\circ} 11' 38''$  lintang selatan dan  $119^{\circ} 52' 12''$  hingga  $119^{\circ} 22' 55''$  bujur timur. Pada kondisi surut hampir sama pada kondisi pasang disebabkan oleh gaya gelombang dari arah ini lebih dominan sehingga arah vektor arus mengikuti arah angin dominan yaitu dari arah Timur ke selatan.

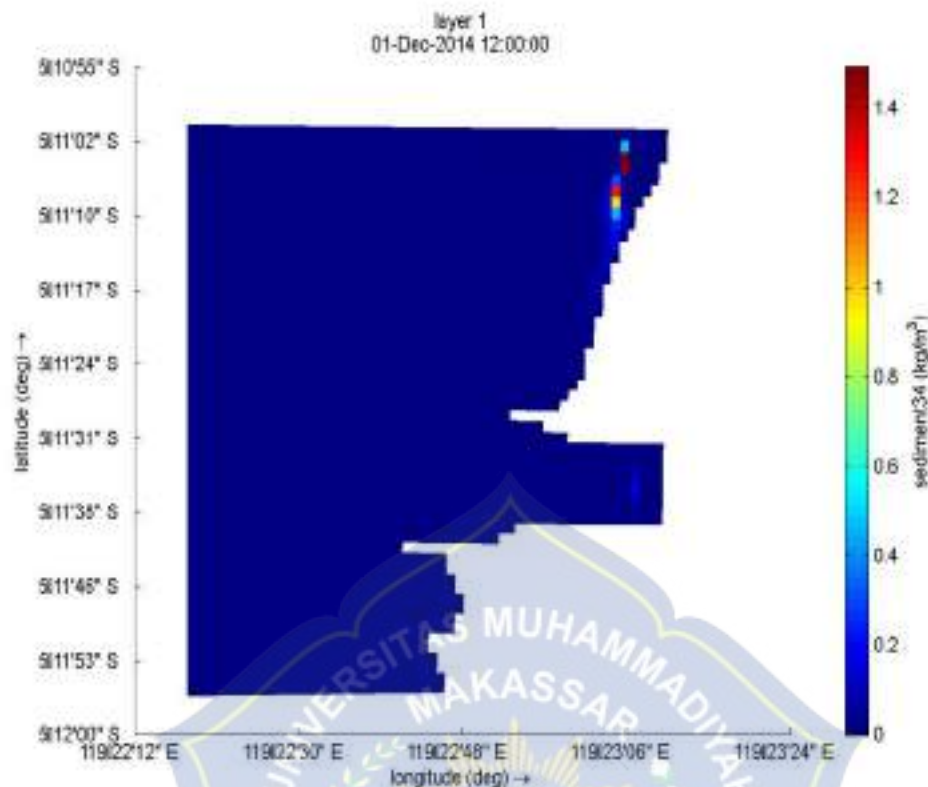


Gambar 48. Vektor kecepatan pada akhir simulasi pasang surut

Pada Gambar diatas menampilkan pergerakan arus pada arah Barat, yaitu kondisi pasang bergerak dari Barat menuju Timur dan ada sebagian arus bergerak dari arah selatan menuju Timur. Terjadi perputaran arus pada titik koordinat  $5^{\circ} 11' 31''$  hingga  $5^{\circ} 11' 38''$  lintang selatan dan  $119^{\circ} 22' 52''$  hingga  $119^{\circ} 22' 55''$  bujur timur. Sebagian arus bergerak dari arah selatan menuju Timur dan masuk ke dalam jetty. Pada kondisi surut hampir sama pada kondisi pasang, tetapi ada sebagian arus yang bergerak keluar jetty yaitu dari arah Timur menuju selatan.

#### 4.8 Perubahan Transpor Sedimen

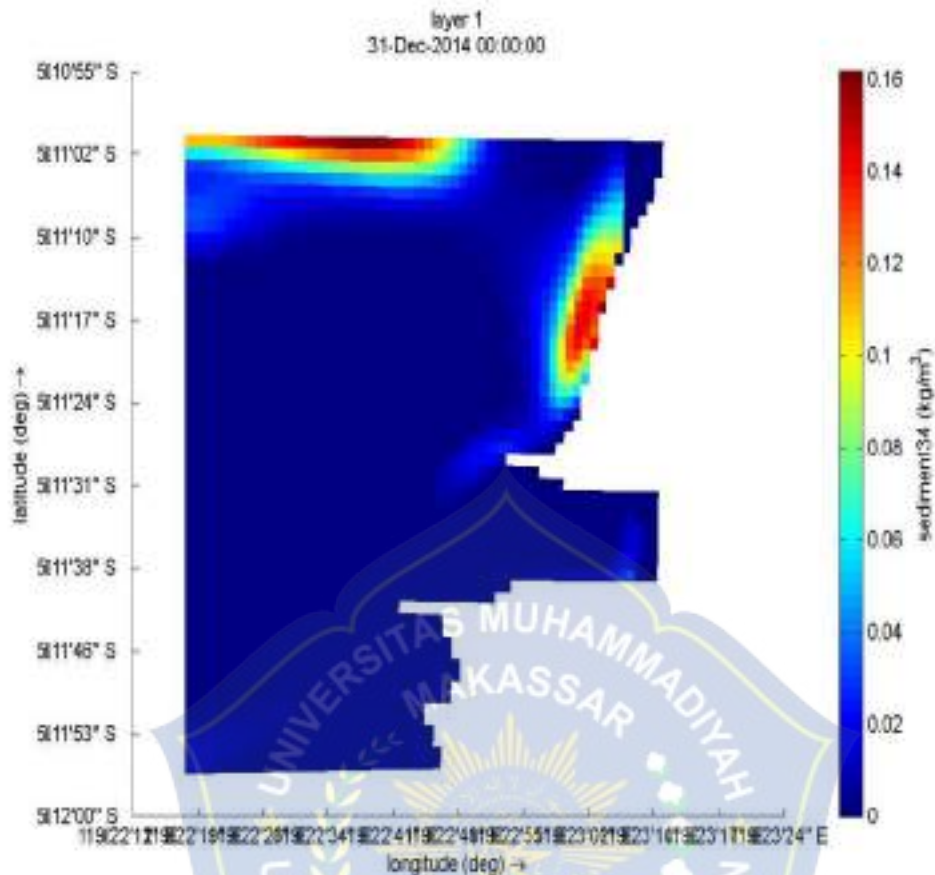
Berikut merupakan gambar dari hasil simulasi software Delft3D untuk transpor sedimen saat pasang menuju surut tanggal 1 desember 2014 sampai 31 desember 2014.



Gambar 49. Kondisi awal simulasi sedimen

Setelah simulasi dilakukan maka dapat dilihat perubahan besaran transpor sedimen. Terjadi elevasi penumpukan sedimen tertinggi  $1.4 \text{ kg/m}^3$  Terjadi pada titik koordinat  $5^\circ 11' 05''$  lintang selatan dan  $119^\circ 23' 06''$  bujur timur. Pada mulut muara terjadi penumpukan sedimentasi setiap harinya, tetapi dengan adanya jetty membuat mulut muara lebih terlindungi dengan sedimen yang lebih sedikit di sekitar jetty sehingga aliran sungai relatif lebih lancar dan tidak terhalang sedimen.





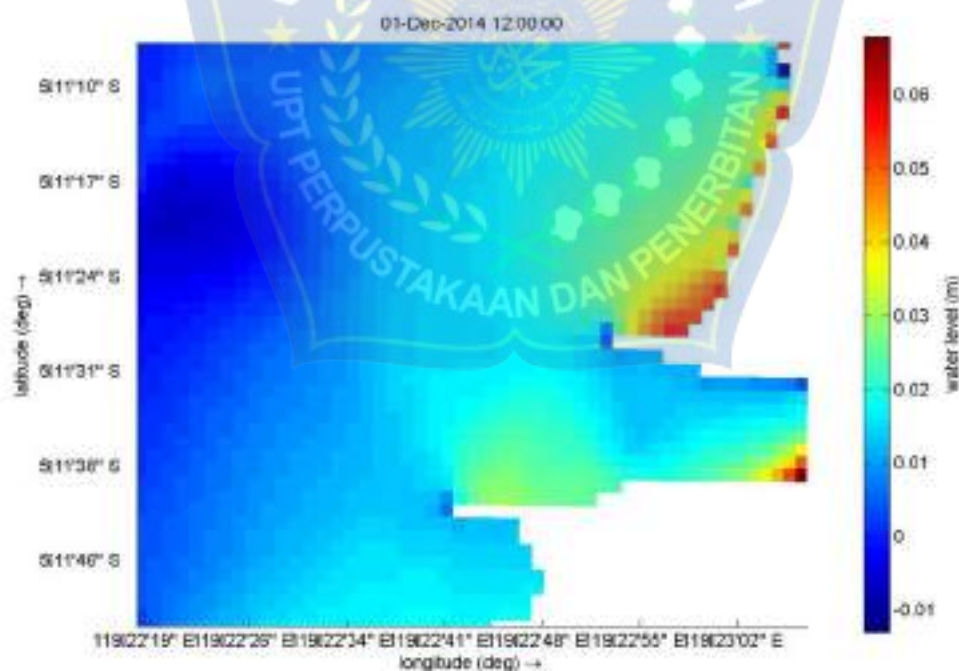
Gambar 50. Kondisi akhir simulasi sedimen

Setelah akhir simulasi dilakukan maka dapat dilihat perubahan besaran transpor sedimen yang terjadi pada pinggir pantai. Terjadi elevasi penumpukan sedimen tertinggi 0.16 kg/m<sup>3</sup> Terjadi pada titik koordinat 5° 11' 17" lintang selatan dan 119° 23' 06" bujur timur. Pada mulut muara terjadi sedimentasi yang relatif besar, tetapi dengan adanya jetty membuat *rivermouth* (mulut muara) lebih terlindungi dengan sedimen yang lebih sedikit di sekitar jetty sehingga aliran sungai relatif lebih lancar dan tidak terhalang sedimen. Kondisi ini membuat air yang masuk dan keluar melewati mulut muara semakin lancar dan kapal-kapal nelayan

tidak terhalangi oleh sedimen yang menumpuk di mulut muara sungai sehingga tidak mengganggu aktifitas nelayan.

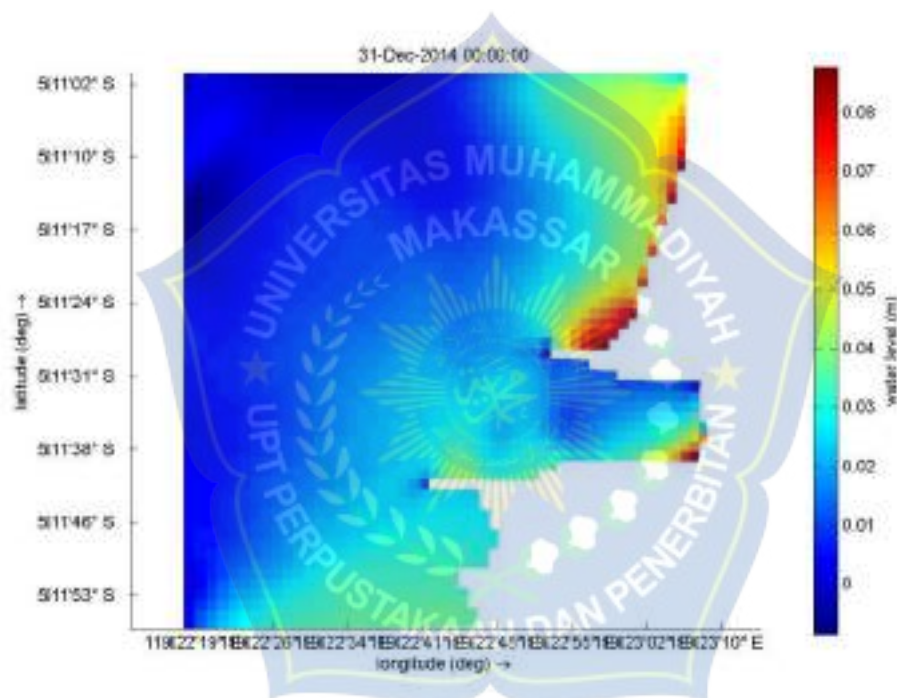
#### 4.9 Perubahan Morfologi Pantai

Berikut merupakan gambar dari hasil simulasi software Delft3D. Pada awal simulasi, dapat dilihat bahwa pada sebelah barat *rivermouth* (mulut muara) yang belum dibangun jetty memiliki bentuk morfologi dengan elevasi yang sama dengan sebelah timur *rivermouth*. Namun setelah dibangun jetty, dapat dilihat bahwa pada awal simulasi di sebelah barat *rivermouth* lebih dangkal daripada di sebelah timurnya. Hal ini disebabkan karena angin dominan dari arah timur dan laut membawa sedimen dari kiri muara kearah barat, sehingga pada titik tersebut terjadi erosi.



Gambar 51. Simulasi Morfologi kondisi Awal

Gambar 51 bentuk pantai dan elevasinya mengikuti bentuk garis pantai awal. Hal ini disebabkan oleh arus yang bergerak dari arah selatan ke arah Timur yang membawa butiran sedimen tertahan oleh konstruksi jetty. Pada sebelah kanan bangunan jetty mengalami peningkatan ketinggian air hingga yang mencapai 0.07 m Terjadi pada titik koordinat  $5^{\circ} 11' 38''$  lintang selatan dan  $119^{\circ} 23' 10''$  bujur timur, , sedangkan sebelah kiri bangunan jetty tidak memiliki masalah ketinggian air dimana ketinggian air pada sebelah kiri bangunan jetty normal.



Gambar 52. Simulasi morfologi kondisi akhir

Gambar diatas dapat dilihat perbandingan pada akhir simulasi. Bentuk pantai dan elevasinya mengikuti bentuk garis pantai awal. Hal ini disebabkan oleh arus yang bergerak dari arah selatan ke arah Timur yang membawa butiran sedimen tertahan oleh konstruksi jetty. Pada sebelah kanan bangunan jetty mengalami



peningkatan ketinggian air hingga yang mencapai 0.09 m. Terjadi pada titik koordinat  $5^{\circ} 11' 38''$  lintang selatan dan  $119^{\circ} 23' 05''$  bujur timur. sedangkan sebelah kiri bangunan jetty tidak memiliki masalah ketinggian air dimana ketinggian air pada sebelah kiri bangunan jetty normal.

Butiran sedimen yang tertahan menghasilkan sedimentasi yang relatif besar pada area tersebut. Pada arus yang bergerak dari Timur Laut ke arah Barat tidak ada penambahan sedimentasi yang berarti. Hal ini di akibatkan butiran sedimen yang terbawa dari arah Timur Laut ke arah Barat tertahan oleh konstruksi jetty sebelah kanan.

Tidak terdapat perubahan morfologi yang cukup signifikan pada muara sungai jeneberang akibat dibangun jetty pada rivermouth. Faktor penyebabnya antara lain adanya pola dan arah arus yang cukup seimbang sehingga pergerakan sedimen secara bolak-balik pada muara sungai jeneberang juga masih seimbang.

Faktor lain yang perlu dipertimbangkan adalah kurangnya dominasi pengaruh dari aliran sungai terhadap penggelontoran sedimen dari sungai karena masih terhalang oleh pasang surut dan arus dari arah laut, sehingga sedimen hanya akan mengendap di bagian hilir sungai tanpa bisa bergerak kearah laut.

Hal ini dapat menjadikan pertimbangan dalam perencanaan jetty yang hanya berfungsi memperpanjang alur sungai tanpa memberikan pengaruh signifikan dalam penggelontoran sedimen kearah laut lepas. Pertimbangan lainnya adalah perlunya mempertimbangkan sudut kemiringan jetty terhadap garis pantai dan arah arus dominan, sehingga arah arus sungai tidak bertabrakan dengan arah arus di laut.

#### 4.10 Pembahasan

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang telah dilakukan didapat beberapa hal yang dibahas. Pembahasan yang dilakukan meliputi kondisi pasang surut, kondisi arus, kondisi sedimen, dan kondisi dampak jetty terhadap perubahan garis pantai.

##### 1. Kondisi Pasang Surut

Hasil simulasi yang telah dilakukan dengan lama 31 hari simulasi didapatkan kondisi pasang surut pada muara sungai jeneberang. Tinggi elevasi puncak air pasang dan surut pada kedua skenario relatif sama. Tinggi elevasi puncak pada saat pasang pada kedua skenario mencapai 1.7 m dan elevasi surut terendah mencapai 0,2 m.

##### 2. Kondisi Arus

Pengaruh perubahan morfologi pantai akibat pengaruh arus dari arah Barat dan dari Timur Laut tidak terlalu besar. Hal ini disebabkan arus yang bekerja dari arah Barat dan dari arah Timur Laut tidak mampu menggerakkan butiran sedimen yang ada berada disekitar garis pantai. Arus yang terjadi pada semua titik observasi dari hasil simulasi yang telah dilakukan didapat pada saat pasang mencapai 1,7 m/det dan pada saat surut mencapai 0,2 m/det. Dalam hal ini pengaruh jetty sangat signifikan terhadap dalam meredam arus, sehingga arus pada kondisi ada jetty lebih kecil.

##### 3. Dampak Jetty Terhadap Perubahan Morfologi Pantai

Setelah simulasi yang dilakukan dengan menggunakan Delft3D, pengaruh morfologi pantai akibat konstruksi jetty cukup signifikan. Dalam

hal ini hasil simulasi yang telah dilakukan diperoleh sedimentasi. Sedimentasi yang terjadi pada kondisi ada konstruksi jetty sebelah kiri bergerak maju hampir setengah dari panjang jetty. hal ini terjadi gelombang yang bergerak membawa butiran sedimen tertahan oleh konstruksi jetty. Hal yang serupa terjadi pada sisi kanan jetty, namun pada sisi kanan jetty sedimentasi yang terjadi tidak terlalu besar. pada sisi alur pelayaran terjadi sedimentasi pada sisi kiri dalam jetty namun tidak menutup sepenuhnya alur pelayaran sehingga masih dapat digunakan sebagai alur pelayaran bagi para nelayan.

Dampak konstruksi jetty terhadap perubahan morfologi pantai cukup mempengaruhi terhadap alur pelayaran, dikarenakan apabila konstruksi jetty tidak dibangun maka sedimentasi yang terjadi akan menutup mulut muara sehingga alur pelayaran nelayan terganggu.



## BAB V PENUTUP

Kesimpulan dan saran didapat berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan. Perubahan morfologi pantai akibat konstruksi jetty pada muara sungai jeneberang menggunakan software Delft3D. Maka didapatkan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil simulasi pada Muara sungai jeberang adalah.

### 5.1 Kesimpulan

1. Kondisi arus menunjukkan tinggi elevasi kedalaman air hingga 18 m dari arah Pantai. Terjadi pada titik koordinat  $5^{\circ} 11' 31''$  hingga  $5^{\circ} 11' 53''$  lintang selatan dan  $119^{\circ} 22' 12''$  hingga  $119^{\circ} 22' 26''$  bujur timur. Semakin ke dasar laut, kecepatan arus relatif semakin meningkat.
2. Terjadi elevasi penumpukan sedimen tertinggi 1.4 kg/m<sup>3</sup> Terjadi pada titik koordinat  $5^{\circ} 11' 05''$  lintang selatan dan  $119^{\circ} 23' 06''$  bujur timur. Pada mulut muara terjadi sedimentasi yang relatif besar, tetapi dengan adanya jetty membuat mulut muara lebih terlindungi dan kapal-kapal nelayan tidak terhalangi oleh sedimen.
3. Setelah simulasi yang dilakukan dengan menggunakan Delft3D, Pada sebelah kanan bangunan jetty mengalami peningkatan ketinggian air hingga yang mencapai 0.07 m Terjadi pada titik koordinat  $5^{\circ} 11' 38''$  lintang selatan dan  $119^{\circ} 23' 10''$  bujur timur, sedangkan sebelah kiri bangunan jetty tidak memiliki masalah ketinggian air dimana ketinggian air pada sebelah kiri bangunan jetty normal.

## 5.2 Saran

1. Diharapkan untuk simulasi selanjutnya agar dapat mengimput data debit sungai agar lebih detail meninjau kemampuan debit sungai mendorong sedimen masuk ke dalam muara.
2. Faktor lain yang perlu dipertimbangkan adalah kurangnya dominasi pengaruh dari aliran sungai terhadap penggelontoran sedimen dari sungai karena masih terhalang oleh pasang surut dan arus dari arah laut, sehingga sedimen hanya akan mengendap di bagian hilir sungai tanpa bisa bergerak ke arah laut.
3. Perlu studi lanjutan mengenai pengaruh hasil normalisasi di hilir dan terhadap reduksi banjir di hilir, serta peningkatan kapasitas muara dalam menyediakan ruang untuk pertemuan sungai dan laut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aslam, A. (2020). Pemodelan Debit Aliran Sungai Jeneberang Untuk Memprediksi Daerah Risiko Genangan Banjir. *jurnal engineering institut teknologi sepuluh November*.
- Benedet, L., Dobrochinski, J. P. F., Walstra, D. J. R., Klein, A. H. F., & Ranasinghe, R. (2016). A morphological modeling study to compare different methods of wave climate schematization and evaluate strategies to reduce erosion losses from a beach nourishment project. *jurnal Coastal Engineering*, 112, 69–86.
- Hafli, T. M. (2019). Jetty pada muara Lambada Lhok Aceh Besar menggunakan software Delft3D, 8(November), 50–59. *jurnal teknik sipil 2019*
- Ilmu, J., Kepulauan, K., Studi, P., Kelautan, T., Teknik, F., Tanjungpura, U., & Barat, P. K. (2023). Program Studi Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Kota Pontianak Kalimantan Barat, 6(1), 734–749. *jurnal engineering kelautan 2023*
- Isha, I. fadhilah, Septiani, A. R., Nurnawaty, Gaffar, F., Kasmawati, Indriyanti, ... Marupah. (2022). Analisis Karakteristik Aliran pada Sungai Jeneberang di Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa dengan Menggunakan HEC-RAS 6.0. *Muhammadiyah's Application Technology*, 1(1), 27–38. *jurnal faculty of engineering, Muhammadiyah university of Makassar*
- Karamma, R., Pallu, M. S., Thaha, M. A., & Hatta, M. P. (2020). Penjalaran Pasang Surut dan Difraksi Gelombang pada Muara Sungai Jeneberang. *Jurnal Sipilains*, 10 2(September), 151–156.
- Novico, F., Astrjario, P., & Bachtiar, H. (2013). Erosion-Sedimentation and Tidal Current Condition Around Coastline in The Front of Steam Power Plant Tarahan Lampung using Delft 3D Version 3.28. *Jurnal Geologi Kelautan*, 11(1), 39–54.
- Pendidikan, J., & Sipil, T. (2013). Jurnal tugas akhir 2013, 1–4.
- Rakhmawati, A. L. (2019). Pemodelan Morfologi Pantai dengan Delft3D Akibat Perencanaan Jetty di Muara Rejoso. *Jurnal teknik sipil 2019*
- Sakka, Purba, M., Wayan Nurjaya, I., Pawitan, H., P., V., & Siregar. (2011). Studi Perubahan Garis Pantai Di Delta Sungai Jeneberang, Makassar. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 3(2), 112–126.





**DATA RATA – RATA PARAMETER METEOROLOGI MARITIM  
JENEBERANG 2014 - 2023**

| Tahun | Bulan     | Angin |                  |
|-------|-----------|-------|------------------|
|       |           | Arah  | Kecepatan (knot) |
| 2014  | Januari   | 290   | 7,8              |
|       | Februari  | 300   | 5,6              |
|       | Maret     | 300   | 2,1              |
|       | April     | 285   | 0,7              |
|       | Mei       | 110   | 5,1              |
|       | Juni      | 120   | 6,1              |
|       | Juli      | 120   | 7,0              |
|       | Agustus   | 120   | 8,5              |
|       | September | 120   | 8,5              |
|       | Oktober   | 130   | 6,8              |
|       | November  | 150   | 2,4              |
|       | Desember  | 300   | 4,4              |
| 2015  | Januari   | 290   | 7,3              |
|       | Februari  | 300   | 4,7              |
|       | Maret     | 300   | 2,6              |
|       | April     | 80    | 0,4              |
|       | Mei       | 120   | 6,0              |
|       | Juni      | 120   | 6,9              |
|       | Juli      | 120   | 8,1              |
|       | Agustus   | 125   | 8,2              |
|       | September | 125   | 8,3              |
|       | Oktober   | 120   | 7,2              |
|       | November  | 170   | 2,1              |
|       | Desember  | 290   | 3,9              |
| 2016  | Januari   | 290   | 1,4              |
|       | Februari  | 300   | 3,8              |
|       | Maret     | 300   | 2,2              |
|       | April     | 100   | 3,1              |
|       | Mei       | 110   | 3,8              |
|       | Juni      | 100   | 4,1              |
|       | Juli      | 110   | 6,2              |
|       | Agustus   | 125   | 5,5              |
|       | September | 120   | 3,9              |
|       | Oktober   | 110   | 3,3              |
|       | November  | 140   | 0,7              |
|       | Desember  | 320   | 6,5              |

|      |           |     |     |
|------|-----------|-----|-----|
| 2017 | Januari   | 305 | 5,3 |
|      | Februari  | 300 | 5,8 |
|      | Maret     | 310 | 2,9 |
|      | April     | 50  | 0,1 |
|      | Mei       | 120 | 5,0 |
|      | Juni      | 110 | 5,2 |
|      | Juli      | 120 | 6,0 |
|      | Agustus   | 120 | 7,3 |
|      | September | 120 | 6,5 |
|      | Oktober   | 140 | 3,6 |
|      | November  | 320 | 2,1 |
|      | Desember  | 290 | 4,4 |
| 2018 | Januari   | 345 | 5,3 |
|      | Februari  | 350 | 3,8 |
|      | Maret     | 10  | 3,7 |
|      | April     | 150 | 2,8 |
|      | Mei       | 160 | 5,6 |
|      | Juni      | 150 | 5,9 |
|      | Juli      | 150 | 7,1 |
|      | Agustus   | 155 | 7,1 |
|      | September | 160 | 6,6 |
|      | Oktober   | 170 | 7,7 |
|      | November  | 200 | 1,0 |
|      | Desember  | 335 | 3,7 |
| 2019 | Januari   | 340 | 5,8 |
|      | Februari  | 350 | 2,0 |
|      | Maret     | 350 | 4,3 |
|      | April     | 75  | 0,8 |
|      | Mei       | 150 | 5,1 |
|      | Juni      | 145 | 6,3 |
|      | Juli      | 130 | 5,4 |
|      | Agustus   | 140 | 6,5 |
|      | September | 150 | 6,3 |
|      | Oktober   | 150 | 6,8 |
|      | November  | 165 | 6,5 |
|      | Desember  | 320 | 1,2 |



|      |           |     |     |
|------|-----------|-----|-----|
| 2020 | Januari   | 320 | 4,9 |
|      | Februari  | 330 | 4,5 |
|      | Maret     | 345 | 1,9 |
|      | April     | 110 | 1,6 |
|      | Mei       | 130 | 3,4 |
|      | Juni      | 130 | 5,7 |
|      | Juli      | 135 | 6,3 |
|      | Agustus   | 140 | 5,4 |
|      | September | 140 | 6,1 |
|      | Oktober   | 160 | 5,0 |
|      | November  | 150 | 1,6 |
|      | Desember  | 320 | 4,6 |
| 2021 | Januari   | 320 | 5,6 |
|      | Februari  | 320 | 4,9 |
|      | Maret     | 350 | 3,0 |
|      | April     | 170 | 2,0 |
|      | Mei       | 140 | 3,5 |
|      | Juni      | 130 | 2,4 |
|      | Juli      | 130 | 4,3 |
|      | Agustus   | 140 | 3,9 |
|      | September | 140 | 3,5 |
|      | Oktober   | 160 | 6,2 |
|      | November  | 350 | 1,6 |
|      | Desember  | 320 | 5,1 |
| 2022 | Januari   | 320 | 6,6 |
|      | Februari  | 320 | 5,4 |
|      | Maret     | 350 | 2,7 |
|      | April     | 140 | 1,6 |
|      | Mei       | 120 | 2,0 |
|      | Juni      | 120 | 3,1 |
|      | Juli      | 130 | 4,8 |
|      | Agustus   | 140 | 4,1 |
|      | September | 150 | 5,7 |
|      | Oktober   | 140 | 1,9 |
|      | November  | 360 | 1,6 |
|      | Desember  | 20  | 4,3 |

|      |           |     |     |
|------|-----------|-----|-----|
| 2023 | Januari   | 330 | 5,9 |
|      | Februari  | 310 | 6,5 |
|      | Maret     | 140 | 4,4 |
|      | April     | 150 | 4,6 |
|      | Mei       | 120 | 5,1 |
|      | Juni      | 150 | 3,9 |
|      | Juli      | 130 | 4,1 |
|      | Agustus   | 140 | 4,2 |
|      | September | 130 | 4,2 |
|      | Oktober   | 150 | 3,1 |
|      | November  | 170 | 3,9 |
|      | Desember  | 310 | 3,6 |



### Dokumentasi pengukuran dimensi bangunan Jetty







| Tgl/Blk  | Barisan skala per 1 jam |         |         |         |         |         |         |         |        |        |        |        |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|          | 1                       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15      | 16      | 17      | 18      | 19      | 20      | 21      | 22      | 23      | 24      |
| 01-De-14 | -0.5741                 | -0.5112 | -0.4357 | -0.3653 | -0.3138 | -0.0368 | 0.1791  | 0.309   | 0.4293 | 0.489  | 0.5377 | 0.5136 | 0.485  | 0.4355 | 0.3647  | 0.2836  | 0.1876  | 0.0747  | -0.0489 | -0.1756 | -0.2591 | -0.298  | -0.4891 | -0.561  |
| 02-De-14 | -0.601                  | -0.5925 | -0.5259 | -0.4046 | -0.2457 | -0.0711 | 0.101   | 0.2583  | 0.3939 | 0.4875 | 0.5366 | 0.5136 | 0.4865 | 0.4143 | 0.3369  | 0.2655  | 0.1984  | 0.1172  | 0.045   | -0.0484 | -0.1486 | -0.2521 | -0.3574 | -0.46   |
| 03-De-14 | -0.5472                 | -0.9974 | -0.5886 | 0.5304  | -0.3705 | -0.191  | 0.0032  | 0.2832  | 0.338  | 0.4521 | 0.5136 | 0.5138 | 0.4641 | 0.3779 | 0.2848  | 0.2075  | 0.1543  | 0.1181  | 0.0842  | 0.0399  | -0.011  | -0.0999 | -0.1967 | -0.3083 |
| 04-De-14 | -0.4238                 | 0.5213  | 0.5722  | 0.5527  | -0.4559 | -0.2957 | -0.1006 | 0.0977  | 0.2724 | 0.404  | 0.4763 | 0.4876 | 0.4345 | 0.3364 | 0.2229  | 0.1261  | 0.0668  | 0.0469  | 0.0519  | 0.0603  | 0.0537  | 0.0204  | -0.0444 | -0.1405 |
| 05-De-14 | -0.2596                 | 0.3825  | 0.4793  | 0.5181  | -0.478  | -0.1589 | -0.1822 | 0.1179  | 0.2361 | 0.3538 | 0.4417 | 0.4596 | 0.4079 | 0.3011 | 0.1676  | 0.0436  | -0.0394 | -0.0667 | -0.0448 | 0.0039  | 0.052   | 0.0764  | 0.0524  | 0.0346  |
| 06-De-14 | -0.9929                 | -0.1247 | -0.3335 | 0.4154  | -0.4301 | -0.3634 | -0.224  | -0.9403 | 0.1497 | 0.3094 | 0.4134 | 0.4402 | 0.3934 | 0.2822 | 0.1325  | -0.0192 | -0.1357 | -0.1907 | -0.1786 | -0.1345 | -0.0272 | 0.0537  | 0.0968  | 0.0334  |
| 07-De-14 | 0.0389                  | -0.0567 | -0.1708 | -0.1714 | -0.325  | -0.3078 | -0.2151 | -0.0638 | 0.1128 | 0.2755 | 0.3895 | 0.432  | 0.3948 | 0.2854 | 0.1262  | -0.0483 | -0.1991 | -0.2393 | -0.3125 | -0.2614 | -0.162  | -0.0469 | 0.0508  | 0.1363  |
| 08-De-14 | 0.0574                  | -0.0281 | -0.1213 | -0.1903 | -0.2073 | -0.1579 | -0.0498 | 0.2027  | 0.2556 | 0.375  | 0.4313 | 0.4887 | 0.3687 | 0.149  | -0.039  | -0.2175 | -0.3585 | -0.4129 | -0.397  | -0.3144 | -0.1915 | -0.062  | 0.0427  | 0.1311  |
| 09-De-14 | 0.0061                  | 0.068   | 0.0018  | -0.0584 | -0.0877 | -0.0674 | 0.0065  | 0.127   | 0.2531 | 0.367  | 0.4319 | 0.4259 | 0.3424 | 0.2327 | 0.0029  | -0.1917 | -0.3554 | -0.4595 | -0.489  | -0.4446 | -0.3424 | -0.2089 | -0.078  | 0.0254  |
| 10-De-14 | 0.084                   | 0.0964  | 0.0755  | 0.0432  | 0.0233  | 0.0339  | 0.0831  | 0.2669  | 0.2995 | 0.3665 | 0.4303 | 0.4089 | 0.3132 | 0.2423 | 0.0634  | -0.1332 | -0.3138 | -0.4495 | -0.5216 | -0.5238 | -0.4621 | -0.3535 | -0.2228 | -0.0969 |
| 11-De-14 | 0.0021                  | 0.0636  | 0.0909  | 0.0981  | 0.1199  | 0.1236  | 0.1651  | 0.2278  | 0.303  | 0.378  | 0.4275 | 0.4371 | 0.3902 | 0.2822 | 0.1241  | -0.0606 | -0.2425 | -0.3944 | -0.4873 | -0.5415 | -0.5267 | -0.4589 | -0.3556 | -0.2338 |
| 12-De-14 | -0.1163                 | -0.013  | 0.051   | 0.101   | 0.1428  | 0.1855  | 0.2355  | 0.2914  | 0.3478 | 0.3965 | 0.4278 | 0.4295 | 0.3698 | 0.3038 | 0.1689  | 0.0063  | -0.1638 | -0.3147 | -0.432  | -0.5052 | -0.5311 | -0.5107 | -0.4483 | -0.3537 |
| 13-De-14 | -0.242                  | -0.1291 | -0.027  | 0.061   | 0.1389  | 0.2121  | 0.2823  | 0.3455  | 0.3952 | 0.4343 | 0.4355 | 0.4031 | 0.3166 | 0.2997 | 0.1892  | 0.0529  | -0.0936 | -0.2319 | -0.3476 | -0.4332 | -0.4862 | -0.505  | -0.4878 | -0.4341 |
| 14-De-14 | -0.3407                 | -0.242  | -0.1266 | 0.0119  | 0.0984  | 0.2032  | 0.2998  | 0.3807  | 0.4562 | 0.4599 | 0.4518 | 0.4196 | 0.3195 | 0.2825 | 0.1862  | 0.0736  | 0.0467  | -0.1628 | -0.2945 | -0.3472 | -0.4108 | -0.4553 | -0.4763 | -0.4661 |
| 15-De-14 | -0.4191                 | -0.3364 | -0.2264 | 0.1002  | 0.0325  | 0.1646  | 0.288   | 0.3919  | 0.4625 | 0.4901 | 0.4735 | 0.4212 | 0.3465 | 0.2601 | 0.1677  | 0.0717  | -0.1046 | -0.2156 | -0.196  | -0.2646 | -0.3247 | -0.3794 | -0.4256 | -0.4527 |
| 16-De-14 | -0.447                  | -0.3994 | -0.3102 | -0.1881 | -0.0457 | 0.1048  | 0.251   | 0.378   | 0.4687 | 0.5088 | 0.4937 | 0.4317 | 0.3409 | 0.2403 | 0.1432  | 0.0552  | -0.1028 | -0.1903 | -0.1471 | -0.1956 | -0.2402 | -0.2937 | -0.3508 | -0.4039 |
| 17-De-14 | -0.4348                 | -0.4257 | -0.3674 | -0.2626 | -0.1232 | 0.0353  | 0.1963  | 0.3419  | 0.4524 | 0.5098 | 0.5044 | 0.4414 | 0.3386 | 0.2251 | 0.1185  | 0.0313  | -0.1346 | -0.1824 | -0.1164 | -0.1427 | -0.1704 | -0.2094 | -0.2495 | -0.331  |
| 18-De-14 | -0.3893                 | -0.4062 | -0.3932 | -0.3148 | -0.2892 | -0.0332 | 0.1336  | 0.2906  | 0.4063 | 0.4903 | 0.4989 | 0.4421 | 0.3168 | 0.2111 | 0.0934  | 0.0024  | -0.1567 | -0.1882 | -0.1108 | -0.1049 | -0.1113 | -0.1334 | -0.1771 | -0.2441 |
| 19-De-14 | -0.3183                 | -0.374  | -0.3858 | -0.3391 | -0.2356 | -0.0908 | 0.0795  | 0.234   | 0.3677 | 0.4535 | 0.4751 | 0.4381 | 0.3148 | 0.1926 | 0.0645  | -0.0385 | -0.1992 | -0.1387 | -0.1012 | -0.0821 | -0.0666 | -0.0666 | -0.0931 | -0.1512 |
| 20-De-14 | -0.2294                 | -0.3039 | -0.3466 | -0.3318 | -0.176  | -0.1293 | 0.0258  | 0.1891  | 0.3179 | 0.4084 | 0.4379 | 0.3993 | 0.3004 | 0.1653 | 0.028   | -0.0795 | -0.1387 | -0.1487 | -0.1225 | -0.0791 | -0.0371 | -0.0138 | -0.0185 | -0.0599 |
| 21-De-14 | -0.1312                 | -0.1128 | -0.1755 | -0.2915 | -0.2489 | -0.1438 | -0.0023 | 0.1471  | 0.2783 | 0.3676 | 0.3985 | 0.3634 | 0.2672 | 0.1399 | -0.036  | -0.1355 | -0.2093 | -0.2118 | -0.1718 | -0.1047 | -0.0346 | 0.0182  | 0.039   | 0.0306  |
| 22-De-14 | -0.0344                 | 0.1109  | 0.1828  | 0.2308  | 0.2036  | -0.127  | -0.0058 | 0.1307  | 0.2576 | 0.3438 | 0.3705 | 0.3335 | 0.2355 | 0.094  | -0.0614 | -0.1967 | -0.2786 | -0.2956 | -0.2513 | -0.1465 | -0.0688 | 0.0158  | 0.0683  | 0.0789  |
| 23-De-14 | 0.0483                  | 0.0122  | 0.0803  | 0.1285  | -0.1307 | -0.0817 | 0.0173  | 0.1411  | 0.2536 | 0.34   | 0.3645 | 0.3331 | 0.2198 | 0.0708 | -0.0864 | -0.248  | -0.352  | -0.398  | -0.3523 | -0.2633 | -0.1458 | -0.0308 | 0.0566  | 0.1315  |
| 24-De-14 | 0.0026                  | 0.0675  | 0.0152  | -0.0239 | -0.0441 | -0.0125 | 0.0647  | 0.1713  | 0.2793 | 0.358  | 0.3824 | 0.3397 | 0.2129 | 0.0744 | -0.106  | -0.2798 | -0.406  | -0.4696 | -0.4586 | -0.381  | -0.2594 | -0.1243 | -0.005  | 0.0775  |
| 25-De-14 | 0.1151                  | 0.1127  | 0.0859  | 0.0563  | 0.0453  | 0.0681  | 0.1289  | 0.216   | 0.304  | 0.3892 | 0.4168 | 0.3794 | 0.2738 | 0.1128 | -0.0785 | -0.2676 | -0.4227 | -0.5185 | -0.5418 | -0.4835 | -0.3887 | -0.2525 | -0.1142 | 0.0006  |
| 26-De-14 | 0.0764                  | 0.1117  | 0.1176  | 0.1127  | 0.1165  | 0.1428  | 0.1964  | 0.2721  | 0.3551 | 0.4238 | 0.4547 | 0.428  | 0.3147 | 0.181  | -0.0118 | -0.213  | -0.31   | -0.5169 | -0.5783 | -0.5708 | -0.5019 | -0.3881 | -0.2528 | -0.1211 |
| 27-De-14 | -0.0139                 | 0.0592  | 0.1012  | 0.1278  | 0.1545  | 0.1944  | 0.2515  | 0.3213  | 0.3932 | 0.4525 | 0.4832 | 0.4675 | 0.3937 | 0.2605 | 0.0812  | -0.1183 | -0.3088 | -0.4573 | -0.5532 | -0.5886 | -0.5665 | -0.4952 | -0.3883 | -0.2641 |
| 28-De-14 | -0.1408                 | -0.0402 | 0.0382  | 0.0961  | 0.1523  | 0.2122  | 0.281   | 0.3534  | 0.4094 | 0.4681 | 0.4933 | 0.4829 | 0.4184 | 0.3243 | 0.1744  | -0.0046 | -0.187  | -0.3466 | -0.4654 | -0.5366 | -0.5638 | -0.5417 | -0.4834 | -0.3932 |
| 29-De-14 | -0.2812                 | -0.1992 | -0.064  | -0.1028 | 0.1116  | 0.1946  | 0.2795  | 0.3605  | 0.4367 | 0.4883 | 0.4837 | 0.4683 | 0.4146 | 0.3481 | 0.2367  | 0.0959  | -0.0588 | -0.2067 | -0.3304 | -0.4219 | -0.4813 | -0.5106 | -0.5087 | -0.4718 |
| 30-De-14 | -0.3996                 | -0.3998 | -0.1857 | -0.0701 | 0.0411  | 0.1479  | 0.2505  | 0.3431  | 0.4138 | 0.4638 | 0.4543 | 0.4276 | 0.3811 | 0.3202 | 0.2419  | 0.15    | 0.0434  | -0.0719 | -0.1775 | -0.2681 | -0.3494 | -0.4059 | -0.4532 | -0.4751 |
| 31-De-14 | -0.4589                 | -0.3987 | -0.3    | -0.1773 | -0.0461 | 0.0832  | 0.2041  | 0.309   | 0.385  | 0.423  | 0.4155 | 0.3719 | 0.3099 | 0.2465 | 0.1896  | 0.1367  | 0.0833  | 0.0204  | -0.0443 | -0.1101 | -0.1778 | -0.2511 | -0.3287 | -0.3992 |



**ANALISA HARMONIK PASANG SURUT LAUT  
METODE ADAMIALLY  
PANJANG DATA 31 HARI**

Lokasi : Muara sungai Jeneberang  
Instrumen : Automatic Tide Gauge  
Nomor Seri :  
Satuan Data : cm

Hari Tengah :  
Zona Waktu :

dd 15 mm 1 yyyy 2014

| Jam       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tanggal   |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 01-Dec-14 | -57,4 | -51,1 | -40,4 | -26,5 | -11,4 | 3,7   | 17,9  | 30,9 | 41,9 | 49,9 | 53,8 | 53,4 | 49,5 | 43,6 | 36,5  | 28,4  | 18,8  | 7,5   | -5,0  | -17,6 | -29,3 | -39,8 | -48,9 | -56,1 |
| 02-Dec-14 | -60,1 | -59,3 | -52,6 | -40,5 | -24,6 | -7,1  | 10,1  | 25,8 | 39,1 | 48,8 | 53,7 | 53,4 | 48,7 | 41,4 | 33,7  | 26,6  | 19,8  | 12,7  | 4,5   | -4,8  | -14,9 | -25,2 | -35,7 | -46,0 |
| 03-Dec-14 | -54,7 | -59,7 | -58,9 | -51,0 | -37,1 | -19,1 | 0,1   | 18,3 | 33,8 | 45,2 | 51,4 | 51,6 | 46,4 | 37,8 | 28,5  | 20,8  | 15,4  | 11,8  | 8,4   | 4,0   | -2,1  | -10,0 | -19,7 | -30,8 |
| 04-Dec-14 | -42,4 | -52,1 | -57,2 | -55,3 | -45,6 | -29,6 | -10,1 | 9,8  | 27,2 | 40,4 | 47,8 | 48,8 | 43,5 | 35,6 | 22,3  | 12,6  | 6,7   | 4,7   | 5,2   | 6,0   | 5,4   | 2,0   | -4,4  | -14,1 |
| 05-Dec-14 | -26,0 | -38,3 | -47,9 | -51,8 | -47,8 | -35,9 | -18,2 | 1,8  | 20,6 | 35,4 | 44,2 | 46,0 | 40,8 | 30,1 | 16,8  | 4,4   | -3,9  | -6,7  | -4,5  | 0,4   | 5,2   | 7,6   | 6,2   | 0,5   |
| 06-Dec-14 | 9,3   | -21,5 | -33,4 | -41,5 | -43,0 | -36,3 | -22,4 | -4,0 | 15,0 | 30,9 | 41,1 | 44,0 | 39,3 | 28,2 | 13,3  | -1,9  | -13,6 | -19,1 | -17,9 | -11,5 | -2,7  | 5,2   | 9,7   | 9,3   |
| 07-Dec-14 | 3,9   | -5,7  | -17,1 | -27,1 | -32,5 | -30,8 | -21,5 | -6,4 | 11,3 | 27,6 | 39,0 | 43,2 | 39,5 | 28,5 | 12,6  | -4,8  | -19,9 | -29,3 | -31,3 | -26,1 | -16,2 | -4,7  | 5,1   | 10,6  |
| 08-Dec-14 | 5,7   | -2,8  | 12,1  | -19,0 | -20,7 | -15,8 | -4,7  | 10,3 | 25,6 | 37,5 | 43,1 | 40,9 | 30,9 | 14,9 | -3,9  | -21,8 | -35,1 | -41,3 | -39,7 | -31,4 | -19,2 | -6,2  | 4,3   | 10,1  |
| 09-Dec-14 | 10,6  | 6,6   | 0,2   | -5,8  | -8,8  | -6,7  | 0,7   | 12,2 | 25,3 | 36,7 | 43,2 | 42,6 | 34,2 | 19,3 | 0,3   | -19,2 | -35,5 | -48,0 | -48,9 | -44,5 | -34,2 | -21,0 | -7,8  | 2,5   |
| 10-Dec-14 | 8,4   | 9,6   | 7,6   | 4,3   | 2,3   | 3,4   | 8,3   | 16,7 | 27,0 | 36,7 | 43,0 | 43,7 | 37,3 | 24,2 | 6,3   | -13,3 | -31,4 | -45,0 | -52,2 | -52,4 | -46,2 | -35,4 | -22,3 | -9,7  |
| 11-Dec-14 | 0,2   | 6,4   | 9,1   | 9,8   | 10,4  | 12,4  | 16,5  | 22,8 | 30,3 | 37,6 | 42,8 | 43,7 | 39,0 | 28,2 | 12,4  | -6,1  | -24,3 | -39,4 | -49,7 | -54,2 | -52,7 | -46,0 | -35,6 | -23,4 |
| 12-Dec-14 | -11,6 | -1,9  | 5,2   | 10,2  | 14,3  | 18,6  | 23,6  | 29,1 | 34,8 | 39,7 | 42,8 | 43,0 | 39,0 | 30,2 | 18,9  | 0,6   | -16,3 | -32,5 | -45,2 | -50,5 | -53,1 | -51,1 | -44,8 | -35,4 |
| 13-Dec-14 | -24,2 | -12,9 | -2,7  | 6,1   | 13,9  | 21,2  | 28,2  | 34,6 | 39,5 | 42,6 | 43,6 | 42,0 | 37,7 | 30,0 | 18,6  | 5,3   | -9,4  | -23,2 | -34,8 | -43,3 | -48,6 | -50,5 | -48,8 | -43,4 |
| 14-Dec-14 | -34,9 | -24,2 | -12,7 | -1,2  | 9,8   | 20,3  | 30,0  | 38,1 | 43,6 | 46,0 | 45,2 | 41,7 | 36,0 | 28,3 | 18,6  | 7,4   | -4,7  | -16,3 | -26,5 | -34,7 | -41,1 | -45,5 | -47,6 | -46,6 |
| 15-Dec-14 | -41,9 | -33,6 | -22,6 | -10,0 | 3,3   | 16,5  | 28,8  | 39,2 | 46,3 | 49,0 | 47,4 | 42,1 | 34,7 | 26,0 | 16,8  | 7,2   | -2,5  | -11,6 | -19,6 | -26,5 | -32,5 | -37,9 | -42,6 | -45,3 |
| 16-Dec-14 | -44,7 | -39,9 | -31,0 | -18,8 | -4,6  | 10,5  | 25,1  | 37,8 | 46,9 | 50,9 | 49,4 | 43,7 | 34,1 | 24,0 | 14,3  | 5,5   | -2,3  | -9,0  | -14,7 | -19,6 | -24,2 | -29,4 | -35,1 | -40,4 |
| 17-Dec-14 | -43,5 | -42,6 | -36,7 | -26,3 | -12,3 | 3,5   | 19,6  | 34,2 | 45,2 | 51,0 | 50,4 | 44,1 | 34,0 | 22,5 | 11,9  | 3,1   | -3,5  | -8,2  | -11,6 | -14,3 | -17,0 | -20,9 | -26,5 | -33,1 |
| 18-Dec-14 | -38,9 | -41,6 | -39,3 | -31,5 | -18,9 | -3,3  | 13,4  | 29,1 | 41,6 | 49,0 | 49,9 | 44,7 | 33,7 | 21,1 | 9,3   | 0,2   | -5,7  | -8,8  | -10,1 | -10,5 | -11,1 | -13,2 | -17,7 | -24,4 |
| 19-Dec-14 | -31,8 | -37,4 | -35,6 | -33,9 | -21,6 | -9,1  | 7,4   | 23,4 | 36,8 | 45,4 | 47,5 | 42,8 | 32,5 | 19,3 | 6,5   | -3,4  | -9,0  | -10,9 | -10,1 | -8,2  | -6,6  | -6,6  | -9,3  | -15,1 |
| 20-Dec-14 | -22,9 | -30,4 | -34,6 | -33,2 | -25,6 | -12,9 | 2,6   | 18,3 | 31,8 | 40,8 | 43,8 | 39,9 | 30,0 | 16,5 | 2,8   | -8,0  | -13,9 | -14,9 | -12,3 | -7,9  | -3,7  | -1,3  | -1,9  | -6,0  |
| 21-Dec-14 | -13,1 | -21,9 | -27,6 | -29,2 | -24,6 | -14,3 | -0,2  | 14,7 | 27,8 | 36,8 | 39,9 | 36,3 | 26,7 | 13,0 | -1,6  | -13,6 | -20,3 | -21,2 | -17,2 | -10,5 | -3,5  | 1,8   | 3,9   | 2,1   |
| 22-Dec-14 | 3,4   | -11,1 | -18,3 | -22,1 | -20,4 | -12,7 | 0,6   | 13,3 | 25,8 | 34,3 | 37,1 | 33,4 | 23,6 | 9,4  | -6,1  | -19,6 | -27,9 | -29,6 | -25,1 | -16,7 | -6,9  | 1,6   | 6,8   | 7,9   |
| 23-Dec-14 | 4,8   | -1,2  | -8,0  | -12,9 | -13,9 | -8,2  | 1,7   | 14,1 | 25,9 | 34,6 | 36,5 | 32,1 | 22,0 | 7,1  | -9,4  | -24,8 | -35,2 | -38,8 | -35,3 | -26,3 | -14,6 | -3,1  | 5,7   | 10,2  |
| 24-Dec-14 | 10,3  | 6,8   | 1,5   | -3,0  | -4,4  | -1,3  | 6,5   | 17,1 | 27,9 | 35,8 | 38,2 | 34,0 | 23,2 | 7,4  | -10,6 | -27,7 | -40,6 | -47,0 | -45,9 | -38,1 | -25,9 | -12,4 | -0,5  | 7,8   |
| 25-Dec-14 | 11,5  | 11,3  | 8,6   | 5,6   | 4,5   | 6,8   | 12,9  | 21,8 | 31,4 | 38,9 | 41,7 | 37,9 | 27,4 | 11,3 | -7,9  | -26,8 | -42,8 | -51,9 | -54,2 | -49,4 | -38,9 | -25,3 | -11,4 | 0,1   |
| 26-Dec-14 | 7,6   | 11,2  | 11,8  | 11,3  | 11,7  | 14,3  | 19,6  | 27,2 | 35,5 | 42,4 | 45,5 | 42,8 | 33,5 | 18,1 | -1,2  | -21,3 | -39,0 | -51,7 | -57,8 | -57,1 | -50,2 | -38,8 | -25,3 | -12,1 |
| 27-Dec-14 | -1,4  | 5,9   | 10,2  | 12,8  | 15,5  | 19,4  | 25,2  | 32,1 | 39,3 | 45,3 | 48,3 | 46,8 | 39,4 | 26,1 | 8,1   | -11,8 | -30,7 | -45,7 | -55,3 | -58,9 | -56,7 | -40,5 | -26,4 |       |
| 28-Dec-14 | -14,3 | -0,0  | 3,8   | 9,8   | 15,2  | 21,2  | 28,3  | 35,3 | 41,9 | 48,9 | 49,3 | 48,3 | 42,8 | 32,4 | 17,4  | -0,5  | -18,7 | -34,7 | -46,5 | -53,7 | -56,1 | -54,2 | -48,3 | -39,3 |
| 29-Dec-14 | -28,3 | -16,9 | -6,4  | 2,8   | 11,2  | 19,5  | 28,0  | 36,1 | 42,7 | 48,9 | 48,3 | 46,8 | 42,5 | 34,8 | 23,7  | 9,6   | -5,9  | -20,7 | -33,0 | -42,2 | -48,1 | -51,1 | -50,9 | -47,2 |
| 30-Dec-14 | -40,0 | -30,0 | -18,6 | -7,0  | 4,1   | 14,8  | 25,1  | 34,3 | 41,4 | 46,2 | 45,4 | 42,8 | 38,1 | 32,0 | 24,4  | 15,0  | 4,1   | -7,2  | -17,8 | -26,8 | -34,3 | -40,6 | -45,3 | -47,5 |
| 31-Dec-14 | -45,9 | -39,9 | -30,0 | -17,7 | -4,6  | 8,3   | 20,4  | 30,9 | 38,6 | 42,3 | 41,6 | 37,2 | 31,0 | 24,7 | 19,0  | 13,7  | 8,1   | 2,0   | -4,4  | -11,0 | -17,8 | -25,1 | -32,9 | -39,9 |

PERPUSTAKAAN DAN PER



| X1   |      | Y1    |       | X2    |       | Y2    |       | X4    |       | Y4    |       | Xo  | X1    | Y1    | X2    | Y2    | X4    | Y4    |
|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| +    | -    | +     | -     | +     | -     | +     | -     | +     | -     | +     | -     |     | 2000  | 2000  | 2000  | 2000  | 2000  | 2000  |
| 432  | -380 | -12,6 | 64,6  | -7,16 | 59,24 | 0,98  | 51,1  | 13,4  | 20,85 | 19,5  | 32,8  | 52  | 2812  | 1923  | 1934  | 1950  | 1983  | 1987  |
| 414  | -366 | 60,7  | -13,3 | 0,64  | 46,79 | -81,2 | 108,8 | 16    | 14,96 | 11,6  | 35,8  | 47  | 2780  | 2074  | 1954  | 1830  | 2001  | 1976  |
| 361  | -331 | 110   | -80,1 | 27    | 3,35  | -120  | 150,2 | 13,7  | 6,25  | 1,91  | 28,5  | 30  | 2692  | 2191  | 2024  | 1730  | 2007  | 1973  |
| 287  | -282 | 124   | -118  | 68,2  | -62,9 | -159  | 164,1 | 6,03  | -2,54 | -8,81 | 14,1  | 5   | 2569  | 2242  | 2131  | 1677  | 2009  | 1977  |
| 211  | -232 | 96,9  | -118  | 115   | -136  | -166  | 145,1 | -4,01 | -9,79 | -19,2 | -1,9  | -21 | 2443  | 2215  | 2252  | 1689  | 2006  | 1983  |
| 151  | -193 | 38,4  | -80,4 | 157   | -199  | -139  | 96,8  | -12,3 | -15,2 | -26,8 | -15,2 | -42 | 2344  | 2119  | 2356  | 1764  | 2003  | 1988  |
| 120  | -172 | -38   | -16,2 | 183   | -235  | -82,7 | 30,52 | -15,6 | -18,5 | -28,4 | -23,7 | -52 | 2292  | 1980  | 2417  | 1687  | 2003  | 1995  |
| 96,4 | -147 | -138  | 87,9  | 162   | -213  | -121  | 70,54 | -13,9 | -19,1 | -26,5 | -24   | -50 | 2243  | 1774  | 2375  | 1808  | 2005  | 1997  |
| 114  | -158 | -201  | 157   | 167   | -211  | -50,8 | 6,8   | -11   | -17,8 | -18,3 | -25,8 | -44 | 2272  | 1643  | 2379  | 1942  | 2007  | 2008  |
| 154  | -182 | -240  | 211   | 150   | -178  | 13,87 | -42,8 | -5,69 | -13,1 | -5,32 | -23,6 | -29 | 2336  | 1549  | 2328  | 2057  | 2007  | 2018  |
| 204  | -213 | -252  | 242   | 114   | -124  | 58,12 | -67,8 | -0,73 | -5,51 | 8,35  | -18,1 | -10 | 2417  | 1507  | 2239  | 2126  | 2005  | 2026  |
| 252  | -243 | -239  | 248   | 71,8  | -63,5 | 73,63 | -65,3 | 2,36  | 3,17  | 16,4  | -9,96 | 8   | 2485  | 1513  | 2135  | 2139  | 1999  | 2028  |
| 290  | -268 | -210  | 232   | 32,3  | -10,5 | 60,68 | -38,9 | 3,57  | 10,85 | 22,4  | -0,54 | 22  | 2568  | 1558  | 2043  | 2100  | 1993  | 2023  |
| 314  | -285 | -173  | 202   | 4,15  | 24,8  | 28,47 | 2,48  | 3,7   | 15,13 | 20,5  | 8,44  | 29  | 2599  | 1625  | 1979  | 2024  | 1989  | 2012  |
| 323  | -293 | -134  | 164   | -8,05 | 38,54 | -17,9 | 48,42 | 3,68  | 16,13 | 15    | 15,5  | 30  | 2616  | 1702  | 1953  | 1934  | 1988  | 1999  |
| 320  | -292 | -96,7 | 125   | -4,64 | 32,6  | -81,9 | 89,86 | 4,02  | 14,17 | 8,06  | 19,9  | 28  | 2612  | 1779  | 1963  | 1848  | 1990  | 1988  |
| 304  | -281 | -63,7 | 86,8  | 10,5  | 12,49 | -98,1 | 121,1 | 4,82  | 10,22 | 1,66  | 21,4  | 23  | 2586  | 1850  | 1998  | 1781  | 1995  | 1980  |
| 277  | -261 | -37,2 | 53,6  | 32    | -15,6 | -124  | 140,1 | 5,68  | 5,07  | -3,4  | 19,8  | 16  | 2538  | 1909  | 2048  | 1736  | 2001  | 1977  |
| 238  | -230 | -20,9 | 28,8  | 55,1  | -47,2 | -139  | 147,3 | 5,63  | -0,39 | -6,98 | 14,9  | 8   | 2468  | 1950  | 2102  | 1713  | 2006  | 1978  |
| 190  | -193 | -20,3 | 17,6  | 76,9  | -79,6 | -147  | 144,3 | 3,57  | -5,25 | -9,71 | 7,04  | -3  | 2383  | 1962  | 2157  | 1709  | 2009  | 1983  |
| 138  | -153 | -40,3 | 25,3  | 96,9  | -112  | -147  | 132   | -0,87 | -8,9  | -12,6 | -2,35 | -15 | 2292  | 1934  | 2209  | 1721  | 2008  | 1990  |
| 93   | -120 | -82,5 | 55,2  | 115   | -142  | 139   | 110,8 | -6,62 | -11,3 | -16,2 | -11,1 | -27 | 2213  | 1862  | 2257  | 1751  | 2005  | 1995  |
| 65,1 | -102 | -143  | 106   | 131   | -168  | -118  | 91    | -11,3 | -13,1 | -19,5 | -17,6 | -37 | 2167  | 1751  | 2298  | 1801  | 2002  | 1998  |
| 64,3 | -105 | -210  | 169   | 141   | -182  | -83,3 | 44,46 | -12,4 | -14,4 | -19,8 | -21,1 | -41 | 2170  | 1620  | 2324  | 1870  | 2002  | 2001  |
| 94,6 | -131 | -269  | 233   | 144   | -180  | -41,7 | 5,63  | -9,44 | -14,2 | -14,1 | -22   | -36 | 2225  | 1498  | 2324  | 1953  | 2005  | 2008  |
| 151  | -174 | -303  | 281   | 135   | -158  | 6,17  | -28,3 | -3,6  | -10,6 | -17,6 | -20,3 | -27 | 2325  | 1416  | 2293  | 2034  | 2007  | 2019  |
| 222  | -223 | -300  | 299   | 114   | -115  | 47,68 | -48,6 | 1,86  | -2,32 | 14    | -15   | -1  | 2445  | 1400  | 2229  | 2096  | 2004  | 2029  |
| 289  | -266 | -259  | 282   | 80,9  | -58,5 | 70,68 | -48,2 | 5,85  | 9,21  | 27,3  | -4,86 | 22  | 2555  | 1459  | 2139  | 2119  | 1996  | 2032  |
| 333  | -291 | -188  | 230   | 42,2  | -0,23 | 65,76 | -23,8 | 7,49  | 20,02 | 32,8  | 9,33  | 42  | 2623  | 1581  | 2042  | 2090  | 1987  | 2023  |
| 341  | -289 | -106  | 157   | 5,96  | 45,68 | 29,85 | 21,79 | 0,3   | 25,44 | 27,9  | 23,8  | 52  | 2630  | 1737  | 1960  | 2008  | 1983  | 2004  |
| 309  | -261 | -32,7 | 81,2  | -18   | 66,51 | -31,3 | 79,83 | 8,71  | 22,91 | 15,5  | 33    | 48  | 2570  | 1888  | 1915  | 1889  | 1986  | 1983  |
|      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 34  | 76268 | 55210 | 66757 | 58776 | 61999 | 61980 |



| Index | Tanda | X        | Y        | X        | Y        |
|-------|-------|----------|----------|----------|----------|
|       |       | Tambahan |          | Jumlah   |          |
| 00    | +     | 34       |          | 34       |          |
| 10    | +     | 76268    | 55210    |          |          |
|       | -     | 62000    | 62000    | 14268    | -6790    |
| 12    | +     | 38804    | 26222    |          |          |
|       | -     | 32264    | 25365    |          |          |
| -31   | (-)   | 2000     | 2000     | 4540     | -1142,27 |
| 1b    | +     | 28563    | 18540,5  |          |          |
|       | -     | 29997,24 | 24204,24 | -1434    | -5663,74 |
| 13    | +     | 36641,94 | 26946,16 |          |          |
|       | -     | 34426    | 24640,57 |          |          |
| -31   | (-)   | 2000     | 2000     | 215,49   | 305,59   |
| 1c    | +     | 34588,51 | 25977,63 |          |          |
|       | -     | 33863,77 | 23907,03 | 724,74   | 2070,6   |
| 20    | +     | 66757    | 58776    |          |          |
|       | -     | 62000    | 62000    | 4757     | -3224,1  |
| 22    | +     | 30864,85 | 29087,63 |          |          |
|       | -     | 32016,4  | 25791,38 |          |          |
| -31   | (-)   | 2000     | 2000     | -3151,55 | 1296,25  |
| 2b    | +     | 26709,88 | 24260,78 |          |          |
|       | -     | 25609,5  | 21085,54 | 1100,38  | 3175,24  |
| 23    | +     | 32583,72 | 28187,72 |          |          |
|       | -     | 30297,53 | 26691,29 |          |          |
| -31   | (-)   | 2000     | 2000     | 286,19   | -503,57  |
| 2c    | +     | 29934,39 | 26116,25 |          |          |
|       | -     | 30993,45 | 26829,11 | -1059,06 | -712,86  |
| 42    | +     | 29958,08 | 30024,29 |          |          |
|       | -     | 28071,9  | 27969,22 |          |          |
| -31   | (-)   | 2000     | 2000     | -113,82  | 55,07    |
| 4b    | +     | 24015,58 | 24202,34 |          |          |
|       | -     | 24036,67 | 23789,14 | -21,09   | 413,2    |
| 44    | +     | 29978,19 | 29990,52 |          |          |
|       | -     | 28051,79 | 28002,99 |          |          |
| -31   | (-)   | 2000     | 2000     | -73,6    | -12,47   |
| 4d    | +     | 24022,5  | 24060,58 |          |          |
| IV    | -     | 24030    | 23931    | -7       | 130      |









| w dan (1 + W) utk S2, MS4 |   |        |       |           |
|---------------------------|---|--------|-------|-----------|
| VII                       | : | K1     | V     | = 384,374 |
| VII                       | : | K1     | u     | = 5,588   |
|                           |   | Jumlah | V + u | = 389,963 |
| S2                        | : | w/f    |       | = -15,013 |
|                           |   | W/f    |       | = -0,049  |
| K2                        | : | f      |       | = 0,788   |
|                           |   | w      |       | = -11,836 |
|                           |   | W      |       | = -0,039  |
|                           |   | 1 + W  |       | = 0,961   |

| w dan (1 + W) utk K1 |   |        |        |           |
|----------------------|---|--------|--------|-----------|
| VII                  | : | K1     | 2V     | = 768,749 |
| VII                  | : | K1     | u      | = 5,588   |
|                      |   | Jumlah | 2V + u | = 54,337  |
|                      |   | K1     | wf     | = -12,703 |
|                      |   | K1     | Wf     | = 0,223   |
|                      |   | w      |        | = -14,009 |
|                      |   | W      |        | = 0,263   |
|                      |   | 1 + W  |        | = 1,263   |

| w dan (1 + W) utk N2 |   |                   |     |            |
|----------------------|---|-------------------|-----|------------|
| VII                  | : | M2                | 3V  | = 1164,462 |
| VII                  | : | N2                | 2V  | = 1164,939 |
|                      |   | selisih (M2 - N2) |     | = -0,477   |
|                      |   | N2                | w   | = -0,076   |
|                      |   | N2                | 1+W | = 1,189    |

|            |   |                     |   |             |
|------------|---|---------------------|---|-------------|
| M2, O1, M4 | : | W = 0               | : | w = 0       |
| S2         | : | f = 1               | : | V, u = 0    |
| N2, MS4    | : | f, u sama dengan M2 |   |             |
| M4         | : | f                   | = | (f M2) ^ 2  |
|            |   |                     | = | 1,064       |
|            |   | V                   | = | (V M2) x 2  |
|            |   |                     | = | 776,3081737 |
|            |   | u                   | = | (u M2) x 2  |
|            |   |                     | = | 2,367211783 |
| MS4        |   | V                   | = | V M2        |
|            |   |                     | = | 388,1540868 |
| K2         | : | A                   | = | A S2 x 0.23 |
|            |   |                     | = | 3,016466438 |
|            |   | g                   | = | g S2        |
|            |   |                     | = | 298,798     |
| P1         | : | A                   | = | A K1 x 0.33 |
|            |   |                     | = | 10,22798231 |
|            |   | g                   | = | g K1        |
|            |   |                     | = | 163,332     |

| HASIL TERAKHIR |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                | So    | M2      | S2      | N2      | K2      | K1      | O1      | P1      | M4      | MS4     |
| A cm           | 0,046 | 10,940  | 13,115  | 2,208   | 3,016   | 30,994  | 20,209  | 10,228  | 0,378   | 0,329   |
| g              |       | 159,900 | 298,798 | 125,569 | 298,798 | 163,332 | 143,423 | 163,332 | 191,121 | 203,055 |
|                |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Zo             | =     | 91,418  |         | MSL=    | 0,046   |         |         | FORMZAH | 2,129   |         |
|                |       |         |         | HHWL=   | 166,675 |         |         | MHWL=   | 115,473 |         |
|                |       |         |         | LLWL=   | 16,160  |         |         | MLWL=   | 67,362  |         |



Rekapitulasi nilai  $d_{50}$  dan sortasi pada setiap stasiun

| Stasiun | d50(mm) | sorting | Stasiun | d50(mm) | sorting | Stasiun | d50(mm) | sorting |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| A6      | 0,29    | 0,1     | B6      | 0,3     | 0,8     | C6      | 0,22    | 0,09    |
| A5      | 0,2     | 0,09    | B5      | 0,29    | 0,22    | C5      | 0,18    | 0,05    |
| A4      | 0,36    | 0,26    | B4      | 0,3     | 0,25    | C4      | 0,24    | 0,26    |

| Stasiun | d50(mm) | sorting | Stasiun | d50(mm) | sorting | Stasiun | d50(mm) | sorting |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| A0      | 0,31    | 0,23    | B0      | 0,31    | 0,26    | C0      | 0,28    | 0,008   |
| A1      | 0,3     | 0,27    | B1      | 0,17    | 0,3     | C1      | 0,3     | 0,29    |
| A2      | 0,38    | 0,34    | B2      | 0,47    | 0,39    | C2      | 0,34    | 0,55    |
| A3      | 0,2     | 0,34    | B3      | 0,18    | 0,32    | C3      | 0,3     | 0,19    |

Rekapitulasi nilai kemencengan (skewness) dan keruncingan (kurtosis) pada tiap stasiun pengambilan sedimen

| St. | skewness | kurtosis | St. | skewness | kurtosis | St. | skewness | kurtosis |
|-----|----------|----------|-----|----------|----------|-----|----------|----------|
| A6  | 0,473    | -0,273   | B6  | 0,697    | -0,315   | C6  | 0,877    | -0,060   |
| A5  | 0,920    | 0,000    | B5  | 0,772    | 0,158    | C5  | 1,144    | -0,193   |
| A4  | 0,838    | 0,125    | B4  | 0,804    | 0,163    | C4  | 0,745    | 0,203    |
| A0  | 0,837    | 0,151    | B0  | 0,840    | 0,175    | C0  | 0,655    | -0,243   |
| A1  | 0,845    | 0,188    | B1  | 0,871    | 0,303    | C1  | 0,788    | 0,180    |
| A2  | 0,724    | 0,140    | B2  | 0,524    | 0,086    | C2  | 0,740    | 0,258    |
| A3  | 0,813    | 0,289    | B3  | 0,733    | 0,269    | C3  | 0,825    | 0,123    |

Ket: St. = Stasiun





ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

7%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

[etheses.iainponorogo.ac.id](https://etheses.iainponorogo.ac.id)

Internet Source

2%

2

Submitted to ioconsortium-2

Student Paper

2%

3

[repository.widyamandala.ac.id](https://repository.widyamandala.ac.id)

Internet Source

2%

4

Monalisa A. Kumeang, Elfie Mingkid, Antonius Purwanto. "Implementasi Kebijakan Kota Tanpa Kumuh Di Kota Manado (Studi Pada Kelurahan Perkamil Kecamatan Paal Dua)", AGRI-SOSIOEKONOMI, 2022

Publication

2%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography Off

BAB II Muhammad nur fikry / Ahmad Rizky sahabudin  
/105811116419 /105811118419

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

|   |                                                         |    |
|---|---------------------------------------------------------|----|
| 1 | <b>kumparan.com</b><br>Internet Source                  | 4% |
| 2 | <b>www.zenius.net</b><br>Internet Source                | 3% |
| 3 | <b>id.scribd.com</b><br>Internet Source                 | 3% |
| 4 | <b>repository.iainbengkulu.ac.id</b><br>Internet Source | 2% |
| 5 | <b>es.scribd.com</b><br>Internet Source                 | 2% |
| 6 | <b>jurnal.unsyiah.ac.id</b><br>Internet Source          | 2% |
| 7 | <b>publication.petra.ac.id</b><br>Internet Source       | 2% |
| 8 | <b>geoenviron.blogspot.com</b><br>Internet Source       | 2% |

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

[repository.unhas.ac.id](https://repository.unhas.ac.id)

Internet Source

3%

2

[id.123dok.com](https://id.123dok.com)

Internet Source

2%

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches < 2%





ORIGINALITY REPORT

|                  |                  |              |                |
|------------------|------------------|--------------|----------------|
| 6%               | 6%               | 0%           | 2%             |
| SIMILARITY INDEX | INTERNET SOURCES | PUBLICATIONS | STUDENT PAPERS |

PRIMARY SOURCES

|   |                                                                                           |    |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | <a href="http://www.jurnal.unsyiah.ac.id">www.jurnal.unsyiah.ac.id</a><br>Internet Source | 3% |
| 2 | <a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a><br>Internet Source                     | 2% |
| 3 | <a href="http://ejournal.gunadarma.ac.id">ejournal.gunadarma.ac.id</a><br>Internet Source | 2% |

Exclude quotes Off  
Exclude bibliography Off

Exclude matches < 2%



BAB V Muhammad nur fikry / Ahmad Rizky sahabudin  
/105811116419 /105811118419

ORIGINALITY REPORT

3%

SIMILARITY INDEX

3%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

doaj.org  
Internet Source

3%

Exclude quotes Off  
Exclude bibliography Off

Exclude matches < 1%

