

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kata sedimen berasal dari bahasa latin “*Sedimentum*” yang artinya “Pengendapan” sebagaimana yang digunakan oleh banyak orang. Sedimen merupakan hasil proses erosi, baik erosi permukaan, erosi parit atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, didaerah genangan banjir, di saluran air, sungai dan waduk. Hasil sedimen (*sediment yield*) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Proses erosi terdiri atas tiga bagian yaitu, pengelupasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*) dan pengendapan (*sedimentation*) (Diansari, 2013).

Menurut Anwas (1994) dalam Fatima *et al.*, (2018) sedimentasi didefinisikan sebagai suatu peristiwa pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin. Pada saat pengikisan terjadi, air membawa batuan mengalir ke sungai, danau dan akhirnya sampai di laut. Pada saat kekuatan pengangkutannya berkurang atau habis, batuan diendapkan di daerah aliran air. Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat atau terhenti. Peristiwa pengendapan ini dikenal dengan peristiwa atau proses sedimentasi. Proses sedimentasi berjalan sangat komplek, dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi pertikel halus, lalu menggelinding bersama aliran, sebagian akan tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen (Fatima *et al.*, 2018).

Sekitar 70,8 % permukaan bumi tertutup oleh laut. bagian muka bumi yang sangat luas ini merupakan lingkungan tumpahan material-material sedimen. Terjadinya baik secara fisika, kimia, maupun secara organik yang didalamnya dapat terjadi interaksi satu sama lain membentuk berbagai macam dan variasi sedimen (Satriadi, A. 2004).

Jenis dan pola sebaran sedimen dasar laut yang tergantung pada sumber dan kondisi lingkungannya dapat dilihat pada karakteristik sedimen laut dangkal yang berada dengan laut dalam. Sedimentasi dan mekanismenya pada laut dangkal banyak dipengaruhi oleh gelombang arus, detrital sumber, sungai, interaksinya terhadap kontinen dan aktivitas organisme laut. Sedangkan di laut dalam, faktor fisika dan kimia sebagai penentu jenis dan model sedimen tersebut (Satriadi, A. 2004).

Menurut Fadilla *et al.*, (2017) perubahan wilayah pesisir bisa terjadi secara alami yang dipengaruhi seperti arus laut, gelombang laut, pasang surut yang mampu mempengaruhi karakteristik sedimen dasar laut dan morfologi disekitarnya akibat proses abrasi pantai ataupun sedimentasi dan ditambah oleh suplai sedimen yang terbawa di sungai. Kerentanan daerah ini akan semakin buruk jika erosi dan masalah degradasi tidak ditangan. Proses sedimentasi dan erosi dipengaruhi oleh faktor-faktor hidro-oseanografi. Faktor-faktor tersebut diantaranya adalah gelombang, arus dan pasang surut. Faktor hidro-oseanografi tersebut dapat menyebabkan proses sedimentasi yang cukup besar sehingga berdampak pada terjadinya pendangkalan perairan di sekitar Dermaga Boddia. Proses pendangkalan terjadi karena adanya sedimen yang mengalami pergerakan

secara signifikan dan tersebar diantara dasar perairan. Persebaran sedimen yang terjadi dapat diklasifikasikan dalam bentuk pola sebaran berdasarkan ukuran dan jenis sedimen yang ada di perairan tersebut.

Menurut Marpaung *et al.*, (2014) dalam Akbar (2023) pada air laut terjadi sirkulasi atau dinamika yang berlangsung secara terus-menerus baik di permukaan laut, di kolom perairan, ataupun di beberapa kedalaman. Salah satu contoh bentuk dari sirkulasi yang terjadi pada air laut ialah arus laut, dimana pengertiannya adalah suatu pergerakan dari massa air laut baik secara vertikal ataupun horizontal yang berpindah dari satu lokasi ke lokasi lainnya untuk mencapai batas keseimbangan dan hal ini dapat terjadi secara terus menerus. Pergerakan massa air laut terjadi karena adanya faktor-faktor yang mempengaruhi seperti resultan dari gaya-gaya yang bekerja.

Menurut Trujillo *et al.*, (2008) dalam Sugianto (2010) bahwa fenomena yang terjadi di laut seperti gelombang sangat mempengaruhi beberapa kondisi seperti perubahan garis pantai dan mempengaruhi transportasi di laut. Gelombang juga dapat menimbulkan beberapa energi yang berfungsi untuk membentuk pantai, penyortiran sedimen, dapat menimbulkan arus dan mengangkut material sedimen atau disebut sebagai transport sedimen.

Gaya tarik benda-benda di luar angkasa khususnya matahari dan bulan terhadap massa air laut di permukaan bumi menyebabkan adanya fenomena pasang surut air laut. Proses pasang surut air laut menimbulkan arus pasang surut dimana air laut bergerak mendekati Pantai pada saat pasang dan menjauhi Pantai pada saat surut. Peristiwa tersebut mempengaruhi proses yang terjadi di sepanjang Pantai dan estuari seperti salinitas dan kekeruhan akibat sedimen yang tersuspensi. Sedimen yang tersuspensi sebagian besar akan mengendap di daerah dengan arus pasang surut yang lemah yaitu disekitar pasang tertinggi dan surut terendah (Anasiru, 2006).

Proses sedimentasi yang terjadi di perairan Dermaga Boddia diakibatkan oleh beberapa faktor hidro-oseanografi. Menurut Dyer (1986) faktor yang dominan berperan dalam proses erosi dan sedimentasi adalah gelombang, arus dan pasang surut karena berinteraksi langsung dengan kawasan pesisir/pantai. Sedimentasi yang terjadi di pesisir merupakan hasil dari akumulasi sedimen yang berasal dari daratan yang kemudian ditransport oleh sungai, angin, aktivitas biologi, serta masukan dari atmosfer.

Dermaga Boddia terletak di Desa Boddia, Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar bagian barat pesisir pulau Sulawesi yang menjadi salah satu fasilitas penting bagi aktivitas perikanan dan transportasi laut di wilayah tersebut karena Dermaga ini memiliki peran vital dalam mendukung perekonomian lokal. Namun, Pelabuhan ini menerima pengaruh dari daratan terhadap laut berupa suplai sedimen secara terus-menerus yang juga mempengaruhi keluar masuknya kapal.

Pendangkalan yang diakibatkan oleh proses sedimentasi yang tidak terkendali di sekitar Dermaga dapat mengganggu aktivitas transportasi laut dan merusak infrastruktur yang ada di pesisir karena jalur perairan menjadi lebih dangkal. Kapal-kapal yang hendak berlabuh mungkin akan menghadapi kesulitan, dengan memahami faktor oseanografi yang mempengaruhi proses sedimentasi kita dapat membuat kebijakan pengelolaan di perairan sekitar Dermaga Boddia, Galesong.

a. Teori terkait parameter Oseanografi

Faktor oseanografi berperan penting dalam proses sedimentasi di perairan, dengan beberapa aspek yang memengaruhi distribusi dan akumulasi sedimen. Berikut adalah penjelasan mengenai faktor-faktor tersebut.

- Arus

Arus terjadi akibat adanya pergerakan massa air secara horizontal akibat terjadinya perubahan densitas pada air laut yang dapat dibantu oleh adanya angin (Nontji, 2007). Arah dan kecepatan angin sangat dipengaruhi oleh musim. Musim yang terdapat di Indonesia sendiri terbagi menjadi dua yaitu angin musim barat dan angin musim timur. Gaya-gaya yang bekerja pada saat terjadinya proses pergerakan massa air dapat menambah kekuatan dari pergerakan massa air yang ditimbulkan (Friska, 2017).

Perbedaan intensitas cahaya matahari menyebabkan terjadinya perbedaan energi gelombang yang diterima pada setiap perairan di belahan bumi (Friska, 2017). Hal ini menjadi pemicu munculnya gejala angin dan arus di laut yang menjadi faktor utama selain intensitas cahaya matahari yang menyebabkan terjadinya arus di laut (Friska, 2017). Selain itu, gelombang yang menjalar menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalarannya. Transport massa dan momentum tersebut akan menimbulkan arus di daerah dekat pantai.

Jenis arus menyusur pantai merupakan arus yang memiliki pengaruh lebih besar terhadap proses transportasi sedimen. Selain angin dan gelombang, pasang surut perairan juga berperan dalam terjadinya arus di laut. Arus yang disebabkan oleh pasang surut dipengaruhi oleh dasar perairan, arus pasang surut pada permukaan perairan akan menimbulkan arus yang kuat dan akan menurun kecepatannya saat mendekati dasar perairan. Mason (1981) menyatakan bahwa arus dengan kecepatan 0,01 – 0,25 m/s termasuk dalam kategori lambat, 0,25 – 0,5 m/s tergolong sedang, 0,5 – 1 m/s tergolong cepat, dan kecepatan arus >1 m/s termasuk dalam kategori sangat cepat.

- Gelombang

Gelombang merupakan salah satu parameter oseanografi fisika yang terjadi di laut yang dapat dilihat secara kasat mata yang hampir terjadi setiap hari (Amandangi, 2012). Ketinggian gelombang sebelum pecah sangat mempengaruhi besarnya energi gelombang yang dihasilkan. Gelombang tersebut kemudian dihempaskan ke daerah pantai akibat adanya tabrakan pada dasar laut di perairan dangkal yang menyebabkan panjang gelombang mengalami penurunan (Ruzana, *et al.*, 2017 dalam Amandangi, 2012 dalam Kholik 2023). Akibat dari adanya energi gelombang yang sampai ke wilayah pesisir menyebabkan terjadinya perubahan kondisi morfologi di wilayah pesisir yang dapat berlangsung singkat maupun dalam jangka waktu yang relatif lebih lama (Ruzana, *et al.*, 2017). Angin merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terbentuknya suatu gelombang di laut (Amandangi, 2012). Semakin lama angin bertiup pada permukaan perairan, maka energi yang dihasilkan akan semakin besar.

Holthuijsen (2007) mengatakan bahwa pada kondisi permukaan air yang datar, angin dapat menyebabkan terjadinya suatu tekanan pada permukaan air tersebut. Sedangkan gelombang yang dibangkitkan akibat adanya suatu badai dapat 7 menimbulkan kerusakan maupun perubahan bentuk geomorfik di wilayah pesisir yang

memiliki skala besar (Friska, 2017). Gelombang yang menuju pantai akan mengalami pemusatan saat gelombang tersebut akan mencapai pantai, sedangkan pada saat gelombang tersebut mendekati daerah teluk akan mengalami penyebaran (Stewart, 2006). Gelombang akan mengalami perubahan karakter saat penjalaran gelombang tersebut semakin dekat dengan pantai (Friska, 2017). Adanya energi gelombang tersebut menyebabkan sedimen yang berada dibawah perairan mengalami pergerakan yang lambat laun akan menyebabkan terjadinya perubahan bentuk muka pesisir (Hidayati, 2017)

- Pasang surut.

Pasang surut merupakan suatu fenomena yang terjadi di laut akibat adanya berbagai macam faktor khususnya gaya tarik benda luar angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut (Friska, 2017). Gaya tarik bulan 2,2 kali lebih besar dibandingkan dengan gaya tarik matahari terhadap pasang surut. Periode pasang surut bervariasi tergantung letak suatu daerah di belahan bumi, tapi secara umum berkisar antara 12 jam 25 menit hingga 24 jam 50 menit (Amandangi, 2012). Pasang tertinggi terjadi bersamaan dengan terjadinya puncak gelombang begitupun sebaliknya dimana lembah gelombang terjadi saat pasang surut terendah. Penggunaan istilah tunggang pasang surut apabila terjadi perbedaan vertikal antara pasang tertinggi dengan pasang terendah.

Tipe pasang surut disetiap daerah berbeda. Terdapat 4 jenis tipe pasang surut yaitu tipe pasang surut harian tunggal, pasang surut harian ganda, pasang surut condong ke harian tunggal dan pasang surut condong ke harian ganda (Muhidin, *et al.*, 2020).

1. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), merupakan tipe pasang surut dengan satu kali pasang dan surut. Periode pasang ini 24 jam 50 menit.
2. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*), merupakan tipe pasang surut dengan dua kali pasang dan surut pada ketinggian yang hampir sama. Pasut ini terjadi pada periode 12 jam 24 menit.
3. Pasang surut campuran condong harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*), merupakan tipe pasang surut dengan satu kali pasang dan surut ataupun dua kali pasang dan surut dengan tinggi dan periode yang berbeda.
4. Pasang surut campuran condong harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*), merupakan tipe pasang surut dengan dua kali pasang dan surut dengan periode yang berbeda.

Selain selama 39 jam terdapat perhitungan pasang surut 15 hari dan 30 hari dengan menggunakan metode Admiralty. Metode Admiralty merupakan metode yang digunakan menghitung konstanta pasang surut harmonik dari pengamatan ketinggian air laut tiap jam selama 15 piaman (15 hari) atau 29 piaman (29 hari) (Ramadhan, 2011). Metode ini digunakan untuk menentukan muka air Laut rerata (MLR) harian, bulanan, tahunan atau lainnya. Perhitungan yang dihasilkan dalam pengolahan adalah konstanta harmonik pasang surut yaitu amplitudo (Acm) dan kelambatan fase (g0). Tipe pasang surut pada satu perairan dapat diketahui dengan melihat nilai bilangan Formzahl nya. Sembilan konstanta utama pasang surut yang diperoleh adalah M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2 dan P1 (Sugiarti, 2013). Terdapat dua nilai yang didapatkan dari perhitungan tersebut yakni nilai Amplitudo dan nilai fase. Nilai amplitudo dapat digunakan untuk mengetahui tipe pasang surut pada satu lokasi penelitian. Sedangkan nilai fase dapat

digunakan untuk mengetahui chart datum dari satu perairan dengan variasi kedudukan bulan dan matahari pada orbitnya menghasilkan nilai beda fase untuk setiap komponen berbeda-beda (Pasaribu *et al.*, 2019).

- Angin

Angin merupakan massa udara yang bergerak akibat terdapat suatu perbedaan tekanan yang lebih rendah. Kecepatan angin merupakan satuan yang mengukur kecepatan aliran udara dari tekanan tinggi ke tekanan yang lebih rendah dan dapat diukur dengan menggunakan alat anemometer atau dapat diklasifikasikan dengan menggunakan skala Beaufort yang didasarkan pada pengamatan pengaruh spesifik dari kecepatan angin tertentu (Arifin *et al.*, 2018).

- Hubungan Hidro oseanografi dan interaksi dengan sedimen

Faktor arus laut sangat mempengaruhi pergerakan sebaran jenis sedimen pasir pada dasar perairan, terkhusus arus pada kolom dasar laut. Sedimen pasir ditranspor berupa *bed load* (menggelingi atau menggeser di dasar laut). Pergerakan jenis debu dan lempung merupakan material yang mudah bergerak, maka arus akan membawa sedimen searah dengan arah arus. Apabila kecepatan arus berkurang maka arus tidak mampu lagi mengangkut sedimen sehingga akan terjadi sedimentasi di daerah tersebut (Triatmodjo, 1999). Arus yang kecil tidak sanggup membawa sedimen dengan partikel kasar sehingga akan diendapkan. Hal ini sesuai dengan Sartika *et al.*, (2014) yang menyatakan bahwa kecepatan arus yang kecil akan mengendapkan material pasir dan material yang terangkut ke arah laut berupa butiran yang lebih halus.

Menurut Setiady *et al.*, (2010) energi gelombang dapat memberikan pengaruh terhadap dinamika pantai. Gelombang yang datang menuju pantai dikategorikan sebagai pembangkit arus sejajar pantai yang berpengaruh terhadap transpor sedimen. Menurut Rupilu (2015), apabila suatu perairan memiliki kisaran gelombang yang tinggi maka besar kemungkinan terbentuknya turbulensi yang akan mengangkut sedimen namun berbeda halnya dengan kisaran gelombang rendah maka kecil kemungkinan potensi terjadinya transpor sedimen.

Menurut Daulay dalam Qhomariyah dan Yumono (2015), proses sedimentasi yang terjadi pada suatu perairan akan berbeda tergantung dari respon yang didapat di perairan tersebut. Pasang surut dengan tipe campuran condong ke harian ganda di suatu daerah akan memiliki perbedaan dengan daerah yang mengalami pasang surut dengan tipe harian tunggal. Dimana proses pengangkutan ukuran butir sedimen biasanya lebih dinamis pada daerah yang mengalami pasang surut harian ganda dan campuran dibanding daerah yang mengalami pasang surut harian tunggal. Menurut Suhana (2015), pasang surut juga dapat mempengaruhi proses pengangkutan butiran sedimen di suatu perairan. Pasang naik akan mengangkut sedimen dari lautan lepas menuju kawasan pantai dan sebaliknya. Arus pasang surut biasanya tidak memberikan tenaga yang terlalu besar sehingga ukuran butiran besar tidak akan mudah terangkut oleh fenomena pasang surut.

- Karakteristik sedimen

Secara mekanik sedimen terbentuk secara mekanis melalui pengumpulan mineral dan pecahan batuan, ada beberapa faktor penting yang memengaruhi proses ini, termasuk

sumber bahan baku batuan sedimen. Sifat dan komposisi batuan sedimen sangat dipengaruhi oleh komposisi mineral-mineral asalnya. Komposisi mineral dalam batuan sedimen dapat memengaruhi estimasi waktu dan jarak transportasi, bergantung pada persentase mineral yang stabil dan tidak stabil.

Proses sedimentasi terjadi adanya energi dari laut (arus dan gelombang) dan debit sungai. Akibat adanya aliran air, timbul gaya-gaya yang bekerja pada material sedimen. Gaya-gaya tersebut mempunyai kecenderungan untuk menggerakkan atau menyeret butiran material sedimen. Pada waktu gaya-gaya yang bekerja pada butiran sedimen mencapai suatu harga tertentu. Sehingga, apabila sedikit gaya ditambah akan menyebabkan butiran sedimen bergerak maka kondisi tersebut disebut kondisi kritis. Pada saat energi dari laut lebih kuat dibandingkan debit sungai, maka akan terjadi adanya transport sedimen yang akan mengendap atau terabrasi di sekitar pesisir pantai dan muara. Sedangkan jika debit alir sungai lebih dominan dibandingkan energi dari laut maka sedimen akan jauh mengendap ke arah laut (Nurhayati *et al.*, 2019). Darlan (1996) dalam Dwianti *et al.*, (2017) mengatakan bahwa distribusi sedimen dipengaruhi oleh arus, pasang surut, dan muara sungai. Kompleksitas kondisi geologi juga akan mencerminkan distribusi dan jenis sedimen permukaan dasar laut. Hal ini dikarenakan sebagian sumber sedimen permukaan dasar laut di beberapa perairan berasal dari hasil erosi batuan-batuan yang terdapat di sekitar perairan, dimana pembentukan dan keberadaan batuan-batuan tersebut adalah hasil dari proses geologi yang kompleks yang telah berlangsung selama ribuan hingga jutaan tahun yang lalu. Hasil erosi batuan-batuan tersebut terbawa ke laut oleh sungai-sungai utama, sebagai *sediment feeder* (Putra & Nugroho, 2017).

Ukuran butir partikel sedimen adalah salah satu faktor yang mengontrol proses pengendapan sedimen di perairan, semakin kecil ukuran butir semakin lama partikel tersebut dalam kolam air dan semakin jauh diendapkan dari sumbernya, begitu juga sebaliknya. Berdasarkan Skala *Wentworth* (1992) dalam Hutabarat & Evans (2014) sedimen dapat dikelompokkan berdasarkan ukuran butirnya, yakni lempung, lanau, pasir, kerikil, koral (*pebble*), *cobble*, dan batu (*boulder*). Skala tersebut menunjukkan ukuran standar kelas sedimen dari fraksi berukuran mikron sampai beberapa mm dengan spektrum yang bersifat kontinyu.

1.2 Tujuan dan Manfaat

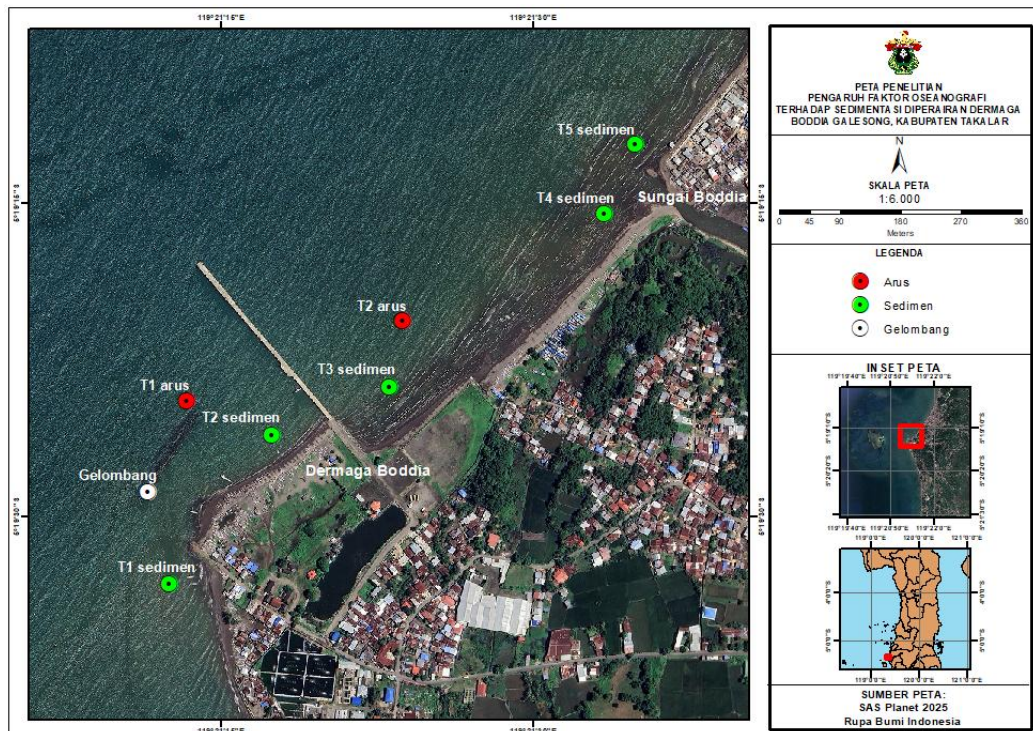
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui Faktor Parameter Oseanografi seperti angin, arus, Gelombang dan Pasang surut di perairan Dermaga Boddia Galesong Kabupaten Takalar Serta untuk mengetahui dan menganalisis keterkaitan antara Faktor Parameter Oseanografi dengan distribusi sedimen.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk dijadikan sebagai sumber informasi mengenai faktor Parameter Oseanografi seperti Angin, Arus, Gelombang dan Pasang surut terhadap sedimentasi di Perairan Dermaga Boddia Galesong sehingga dapat menjadi acuan dalam pengelolaan dan pembuatan kebijakan di kemudian hari.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan waktu

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu pengambilan sampel di lapangan yang berlokasi di kawasan perairan Dermaga Boddia Galesong, Kabupaten Takalar pada bulan April 2025. Kemudian pada tahap analisis sampel dilakukan di Laboratorium Oseanografi Fisika dan Geomorfologi Pantai, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2 Alat dan bahan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yakni sebagai berikut:

Tabel 1. Alat yang digunakan

No.	Alat	Kegunaan
1.	Bak Ukur	Mengukur Parameter gelombang
2.	Cawan petri	Sebuah wadah untuk meletakkan sampel yang ingin di ukur massanya
3.	GPS (<i>Global Positioning system</i>)	Menentukan Lokasi
4.	Timbangan digital	Pengukur massa sampel sedimen

5.	<i>Sieve net</i>	Pemisah sampel sedimen berdasarkan ukuran butir sedimen
6.	<i>Latex</i>	Melindungi tangan dari sampel sedimen
7.	Alat tulis	Mencatat hasil yang diperoleh
8.	<i>Shieve shaker</i>	Mengayak sampel sedimen
9.	Gelas <i>Beaker</i> 250 mL	Wadah sampel sedimen
10.	Lumpang dan Alu	Menghaluskan sedimen
11.	Kertas Minyak	Meletakkan sampel yang telah di saring
12.	<i>Coolbox</i>	Wadah menyimpan sampel yang baru di ambil
13.	Plastik sampel	Menyimpan sampel sedimen
14.	<i>Camera Handphone</i>	Dokumentasi Kegiatan
15.	Sendok	Mengambil Sedimen yang ingin ditimbang
16.	Oven	Mengeringkan sampel sedimen
17.	Layang-layang arus	Mengamati pola kecenderungan arah gerak arus permukaan
18.	Pipa paralon (1,5 inchi)	Mengambil sampel sedimen
19.	Nampan	Wadah gelas <i>Beaker</i>

tabel 2. Bahan yang digunakan

No.	Bahan	Kegunaan
1.	Sampel sedimen	Sebagai bahan uji
2.	<i>Aquades</i>	Mensterilkan alat
3.	Kertas label	Memberi keterangan pada plastik sampel
4.	Pulpen	Menulis keterangan
5.	Tisu	Mengeringkan alat yang telah disterilkan

2.3 Metode penelitian

Beberapa tahapan yang dilakukan pada pelaksanaan penelitian ini ialah sebagai berikut:

2.3.1 Tahapan persiapan

Pada tahap persiapan, dimulai dengan menentukan tema penelitian dan menetapkan judul penelitian yang ingin diteliti dengan mengumpulkan beberapa referensi yang relevan dengan topik tersebut. Kemudian, judul yang dipilih dikonsultasikan dengan calon pembimbing.

2.3.1 Tahapan penentuan titik

Setiap titik penentuan lokasi harus diperhatikan dengan baik agar tidak keliru dan mewakili semua parameter yang akan diukur.

2.3.2 Pengambilan data

Pengukuran parameter di lapangan dilakukan saat keadaan perairan berada pada surut menuju pasang tepatnya pada pukul 08.00 hingga pukul 17.00 WITA. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah parameter Hidrooseanografi yang meliputi angin, arus, gelombang dan pasang surut.

Arus. Pengambilan parameter arah dan kecepatan arus menggunakan alat yang disebut layang-layang arus dengan cara meletakkan alat tersebut di permukaan air sambil melihat waktu menggunakan *Stopwatch* dan memperhatikan kearah mana layang-layang arus bergerak menggunakan kompas. Alat ini biasanya terdapat tali agar layang-layang arus tidak terbawa arus. Saat arus bergerak, layang-layang arus akan mengikuti aliran air dan menghasilkan data mengenai kecepatan dan arah arus. Saat tali terbentang hingga mencapai batas, *Stopwatch* juga dihentikan.

Gelombang. Pengukuran tinggi gelombang dilakukan dengan cara mengukur tinggi muka air saat puncak dan saat lembah dengan menggunakan tiang gelombang (tiang skala). Selisih puncak dengan lembah merupakan tinggi gelombang. Jumlah pengukuran puncak dan lembah yaitu 51 kali (puncak dan lembah) dan waktunya disesuaikan sampai mencapai 51 kali (puncak dan lembah). Pengambilan data gelombang dilakukan dengan metode *Time Series* yang dimana pengukurannya diambil tiap 3 jam selama pukul 08.00 WITA hingga pukul 17.00 WITA.

Pasang surut. Mengukur pasang surut dapat dilakukan dengan memilih lokasi yang tepat untuk pemasangan tiang skala dan menentukan posisinya menggunakan GPS. Tiang skala dipasang di area yang diperkirakan akan selalu tergenang air saat surut dan sebaiknya tidak terlalu jauh dari tempat pengamatan. Jika lokasi tersebut kering saat surut, maka tiang skala harus dipasang di area lain yang tetap tergenang air. Setelah pemasangan, ketinggian permukaan air dicatat setiap jam selama 39 jam. Namun, jika di daerah tersebut terdapat stasiun pasang surut alangkah baiknya memperoleh datanya di *Bigdata* Geospasial. Hal tersebut juga dilakukan saat melakukan pengambilan data selama 15 hari yang diolah menggunakan metode *Adimiralti* selama dengan mencari bilangan *Formzahl*.

Angin. Data angin yang digunakan diperoleh dari *Copernicus Europe's Eyes On Earth* dan dianalisa menggunakan Microsoft Excel untuk mengetahui kecepatan angin. Selanjutnya data angin diolah menggunakan aplikasi WRPLOT untuk membuat *Windrose* arah dan kecepatan angin.

Pengambilan sampel sedimen. Pengambilan sampel sedimen dilakukan di titik-titik yang telah ditentukan berdasarkan peta yang ada di lokasi. Sampel lalu diambil menggunakan pipa paralon dengan cara menancapkannya ke kolom perairan lalu pipa paralon dimiringkan. Setelah itu, angkat pipa paralon dengan posisi miring lalu masukkan sampel yang telah didapatkan kedalam plastik sampel. Sampel sedimen yang telah berada di dalam plastik sampel kemudian dihindarkan terkena paparan matahari, biasanya menggunakan *Cool Box*. Kemudian sampel sedimen siap dianalisis di laboratorium.

2.4 Pengamatan dan pengukuran

Data yang sudah diambil di lapangan kemudian diolah serta sampel sedimen yang telah diambil saat pengambilan data kemudian lanjut diukur di Laboratorium.

2.4.1 Pengukuran arus

Pengolahan data kecepatan arus menggunakan rumus seperti dibawah ini:

$$V = \frac{S}{t}$$

Keterangan :

s : Panjang lintasan layang-layang arus (m)
t : Waktu tempuh layang-layang arus (detik)

2.4.2 Pengukuran gelombang

Tinggi gelombang:

$$H = (\text{puncak ombak} - \text{lembah ombak})$$

Tinggi gelombang signifikan ($H_{1/3}$): $H_{1/3} = 1/3$ rata-rata dari gelombang terbesar

$$H_{1/3} = \frac{\sum_{i=1}^{n/3} H_i}{n/3}$$

Tinggi rata-rata (H):

$$\overline{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_N}{N}$$

Periode gelombang (T):

$$T = t/N$$

Periode gelombang signifikan ($H_{1/3}$):

$$T_{1/3} = 1,1 \times T$$

Panjang gelombang (L_0):

$$L = 1,56 T^2$$

Keterangan :

F = Fetch Length (m)
U = Kecepatan Angin (m/s)
g = Percepatan gravitasi Bumi (9,8 m/s)
T = Periode gelombang (detik)

- t = Waktu pengamatan (lamanya pengukuran gelombang)
 N = Banyaknya gelombang
 Hi = Tinggi gelombang (m)
 L = Panjang gelombang (m)

2.4.3 Pengukuran pasang surut

Pengolahan data pasang surut selama 39 jam dapat dilakukan menggunakan rumus berikut (*George Louis Leclerc De Buffon, 1788*):

$$MSL = \frac{\sum_{i=1}^{39} H_i C_i}{\sum_{i=1}^{39} C_i}$$

Keterangan :

MSL : Tinggi muka air rata-rata (cm)

H : Tinggi muka air (cm)

C : Konstanta *Doodson*

pada pengolahan data pasang surut 15 hari pertama-tama siapkan data mentah (*raw data*) yang diperoleh dari SRGI *Big data Geospasial*. Kemudian diolah dengan menggunakan metode Admiralti. Hasil perhitungan bilangan *Formzahl* akan diketahui tipe pasang surut menggunakan persamaan *Formzahl* (Pugh, 1987) sebagai berikut:

$$F = \frac{(AK_1) + (AO_1)}{(AM_2) + (AS_2)}$$

Keterangan:

F = Bilangan *Formzahl*

AO₁ = Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan gaya tarik bulan

AK₁ = Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan gaya tarik surya

AM₂ = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan gaya tarik bulan

AS₂ = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan gaya tarik surya

Dengan bilangan *Formzahl* dapat diketahui tipe pasang surut pada suatu perairan. Tipe pasang surut berdasarkan bilangan *Formzahl* dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Tipe pasang surut berdasarkan bilangan *Formzahl*

No	Nilai <i>Formzahl</i>	Tipe Pasang Surut
1.	0,00 < F ≤ 0,25	Setengah Harian (Semidiurnal/Ganda)
2.	0,25 < F ≤ 1,50	Campuran dengan tipe ganda lebih menonjol (condong Ganda)
3.	1,50 < F ≤ 3,00	Campuran dengan tipe tunggal lebih menonjol (Condong Tunggal)
4.	F > 3,00	Harian (Tunggal)

2.4.4 Pengukuran angin

Data angin yang telah diperoleh di CCS (*Copernicus Climate Store*) diolah menggunakan *Microsoft excel* lalu diolah menggunakan aplikasi *WRPLOT*. Hasil analisa kecepatan angin kemudian dikategorikan berdasarkan skala *Beaufort* (1805).

Tabel 4. Kategori kecepatan angin berdasarkan skala *Beaufort*

Nomor <i>Beaufort</i>	Kategori angin	Kecepatan angin (m/s)
0	Tenang	0 - 0,2
1	Udara ringan	0,3-1,5
2	Hembusan lemah	1,6-3,3
3	Hembusan lembut	3,4-5,4
4	Hembusan sedang	5,5-7,9
5	Hembusan segar	8,0-10,7
6	Hembusan kuat	10,8-13,8
7	Angin ribut lemah	13,9-17,1
8	Angin ribut	17,2-20,7
9	Angin ribut kuat	20,8-24,4
10	Badai	24,5-28,4
11	Badai amuk	28,5-32,6
12	Siklon	≥ 32,7

2.4.5 Pengukuran butir sedimen

Analisis ukuran butir sedimen yang dilakukan dengan metode (*Dry sieving*), hasil analisisnya biasanya diolah menggunakan *Phyton microsoft excel Gradistat 8 Version* untuk menentukan klasifikasi berdasarkan ukuran butir sedimen. Pengayakan kering dimulai dengan membersihkan sampel dari kotoran yang menempel, lalu diamkan sampel. Kemudian, sampel di masukkan ke oven agar sedimen benar-benar kering. Sampel sedimen dengan massa sekitar 100 gram ditimbang sebagai berat awal, kemudian di ayak menggunakan *Sieve net* berdasarkan ukuran berurutan mulai dari 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm, 0,063 mm, dan <0,063 mm. Analisis ukuran butir dilakukan menggunakan klasifikasi menurut kriteria skala *Wentworth* berikut:

Tabel 5. Klasifikasi menurut skala *Wenworth*

Nama	Ukuran Butir (mm)
<i>Boulder</i> (Kerikil besar)	>256
<i>Gravel</i> (Kerikil kecil)	2 – 256
<i>Very coarse sand</i> (pasir kasar)	1– 2
<i>Medium sand</i> (pasir sedang)	0,25 – 0,5
<i>Fine Sand</i> (Pasir halus)	0,125 – 0,25
<i>Very fine sand</i> (pasir sangat halus)	0,0625 – 0,125
<i>Silt</i> (debu)	0,002 – 0,0625
<i>Clay</i> (Lempung)	0,0005 – 0,002