

**PENGARUH DINAMIKA FISIKA OSEANOGRAFI TERHADAP
KARAKTERISTIK SEDIMEN DI MUARA SUNGAI TANGKA
DAN PERAIRAN SEKITAR PELABUHAN LAREA-REA
KABUPATEN SINJAI**

Skripsi



OLEH :

**SUBHAN
L 111 97 001**

Pembimbing :

**Ir. Abd. Rasyid J, M.Si.
Amran Saru, ST, M.Si**

Fak. Fakultas	29 Sep 2003
Aspek Dari	Fak Kelautan
Sampel/No	1 (satu) eks
Harah	Hadiah
No. Inventaris	030929103
	16677

**FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
JURUSAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2003**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pengaruh Dinamika Fisika Oseanografi Terhadap Karakteristik Sedimen Di Muara Sungai Tangka dan Perairan Sekitar Pelabuhan Larea-rea Kabupaten Sinjai

Nama : Subhan

Nomor Pokok : L 111 97 001



Ir. Abd. Rasyid Jalil, M. Si
Pembimbing Utama

Skripsi Telah Diperiksa
Dan Disetujui Oleh :



Amran Saru, ST, M. Si
Pembimbing Anggota



Jr. H. Hamzah Sunusi, M.Sc
Dekan

Diketahui Oleh :



Drs. M. Anshar Amran, M.Si
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus :

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbi'l'alamin *Wa Allahumma shalli Wa Sallim 'alaa Muhammad*. Puji dan Syukur sejatiku hanya kepada Allah Yang Maha kuasa, yang senantiasa melimpahkan cinta dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul *Pengaruh Dinamika Fisika Oseanografi terhadap Karakteristik Sedimen di Muara Sungai Tangka dan Perairan Sekitar Pelabuhan Larea-rea Kabupaten Sinjai*. Dengan rampungnya salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin ini penulis berdoa' semoga kemuliaan, kebahagiaan, kehormatan dan kecintaan senantiasa dilimpahkan kepada Ayahanda Amiruddin. T dan Ibunda Nurhayati M atas doa yang tak pernah henti mengiringi keberhasilanku serta kakak-kakak dan adikku tersayang Amma, Zul dan Zulkarnain atas semua dukungannya.

Ucapan terima kasih ini juga saya khususkan buat adinda Deasy "dhea" Ariani atas dorongan semangat dan bantuan yang tidak cukup penulis ungkapkan pada lembaran ini.

Dalam lembar pengantar ini, penulis juga menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan terima-kasih yang setulus-tulusnya kepada :

- Bapak Pimpinan Universitas Hasanuddin dan Pimpinan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan yang telah memediasi penulis menjadi mahasiswa,

juga kepada staf dan karyawan yang telah memberikan pelayanan terbaiknya dan telah ikut mendewasakan diri penulis.

- Bapak Ir. Abd. Rasyid. J, Msi sebagai Pembimbing Utama dan Bapak Amran Saru, ST, M. Si sebagai Pembimbing Anggota yang telah dengan rela hati meluangkan waktu, tenaga dan pikiran secara ikhlas dalam memberikan bimbingan, petunjuk dan dorongan semangat hingga rampungnya skripsi ini. Juga segenap dosen, khususnya di lingkungan Program Studi Ilmu Kelautan atas keikhlasan tanpa pamrih dalam menjadikan penulis sebagai mahasiswa hingga akhir studi dengan harapan bahwa corat-coret ilmu itu akan selamanya berbekas di hati penulis.
- Saudaraku Zulkarnain, Bahar, Dadin, Erwin Altop, Iccank, Hamzah, Rustam, Lapong, Boger serta teman-temanku 97 yang lain “keceriaan ini takkan hadir tanpa kebersamaan”
- Seluruh crew “Larea-rea Study Club” dan “ Celebes Marine Eksploror (CME)”. Jangan pernah henti menanti keajaiban
- Adik-adikku angkatan 2000, Nunu, Niniek, Dhini canda kalian membagi kepenatan dan kesibukanku.
- Sepupuku Ka’ Cia, Ka’ Udin, Ka’ Nanna, Roel dan Ponakanku Lolis terima kasih atas dukungannya.
- Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Ilmu Kelautan serta Bunda ‘ Dg Tenne’ terima kasih atas semuanya

Setelah melalui perjuangan panjang dan mahal, dengan izin Allah SWT dan bantuan, dorongan serta bimbingan semua pihak, penulis mampu menyelesaikan skripsi ini. Kesulitan dan tantangan yang penulis hadapi telah memberikan pelajaran yang sangat berharga. Keterbatasan yang telah membentuk kesadaran tersendiri, betapa aktivitas intelektual adalah aktivitas yang sarat dengan energi dan pengorbanan.

Kesadaran tersendiri dari penulis bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan namun harapan penulis kiranya tetap bermanfaat bagi kita semua terutama diri pribadi penulis serta pengembangan ilmu kelautan di masa depan.

Amin

Wassalam

Makassar, Agustus 2003

Subhan

RINGKASAN

PENGARUH DINAMIKA FISIKA OSEANOGRAFI TERHADAP KARAKTERISTIK SEDIMEN DI MUARA SUNGAI TANGKA DAN PERAIRAN SEKITAR PELABUHAN LAREA-REA KABUPATEN SINJAI (Oleh **Subhan**, Nomor Pokok L 111 97 001 di bawah bimbingan Bapak **Abd. Rasyid Jalil** sebagai Pembimbing Utama serta Bapak **Amran Saru** sebagai Pembimbing Anggota).

Kondisi suatu wilayah pesisir erat kaitannya dengan sistem sungai yang bermuara di wilayah itu. Perubahan sifat sungai yang mungkin terjadi, baik yang disebabkan oleh proses alami maupun sebagai akibat dari kegiatan manusia baik yang terjadi di hulu maupun yang terjadi di hilir telah menyebabkan perubahan yang signifikan terhadap kondisi wilayah pesisir seperti sedimentasi yang berakibat pada pendangkalan pada daerah muara sungai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Pengaruh Dinamika Fisika Oseanografi Terhadap Karakteristik Sedimen di Muara Sungai Tangka dan Perairan sekitar Pelabuhan Larea-rea. Penelitian ini dilaksanakan pada pada bulan September 2002 sampai Juli 2003, di wilayah Muara Sungai Tangka dan Perairan Larea-rea Kabupaten Sinjai. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksploratif dengan penggambaran data secara deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Dinamika Fisika Oseanografi terutama arus, gelombang, kedalaman dan pasang surut yang berperan dalam pembangkit arus memberikan pengaruh terhadap perubahan karakteristik sedimen

menyangkut jenis, transpor, serta sebaran sedimen. Hal lain menunjukkan bahwa proses sedimentasi yang terjadi di muara sungai Tangka dan perairan sekitarnya diperkirakan suplai sedimen berasal dari sungai, akan tetapi hasil penelitian menunjukkan bahwa angkutan sedimen relatif berasal dari laut. Hal tersebut diakibatkan oleh perubahan musim. Penelitian dilaksanakan pada musim peralihan sehingga diasumsikan bahwa pengaruh fisika oseanografi dominan memberikan pengaruhnya terhadap proses sedimentasi di muara Sungai Tangka dan perairan sekitarnya.

Hasil penelitian diatas juga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap keberadaan pelabuhan Larea-rea Kabupaten Sinjai menyangkut tentang produktifitas dan efektifitas pelabuhan, karena letak pelabuhan yang berdekatan dengan muara sungai yang setiap tahunnya menyuplai sedimen yang terangkut dan mengendap sampai pada areal pelabuhan serta dinamika fisika oseanografi yang cenderung berubah setiap saat sehingga menimbulkan pengaruh pada proses sedimentasi/ pendangkalan pada areal pelabuhan yang nantinya akan mengganggu jalur pelayaran masuk dan keluar pelabuhan. Hal tersebut memerlukan perhatian dari pemerintah setempat dalam mencari alternatif pemecahan masalah sedimentasi dalam kaitannya dengan keberadaan Pelabuhan Larea-rea.

Kata Kunci : Dinamika fisika oseanografi, karakteristik sedimen, di muara sungai Tangka dan perairan sekitar Pelabuhan Larea-rea Kabupaten Sinjai.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan dan Kegunaan	3
Lingkup Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
Faktor Oseanografi Fisika	5
Estuaria	14
Sedimen dan Sedimentasi	16
Transpor dan Sebaran Sedimen	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
Waktu dan Tempat	25
Alat dan Bahan	25
Prosedur Penelitian	27
A. Tahap Persiapan	27
B. Penentuan Stasiun Pengamatan	27
C. Pengambilan (Pengumpulan) Data	27
D. Analisa Data	33
E. Penyusunan Laporan Akhir	38

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian	40
Dinamika Oseanografi dan Pengaruhnya Terhadap Karakteristik Sedimen	41
A. Arus	41
B. Gelombang	53
C. Pasang Surut	62
D. Kedalaman	64

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan	67
Saran	68

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

<i>No.</i>	<i>Tabel</i>	<i>Halaman</i>
	<u><i>Teks</i></u>	
1.	Skala Wentworth untuk Pengklasifikasian Partikel-partikel Sedimen (Holme dan McIntyre, 1984)	21
2.	Hasil Pengukuran Arus Pasang di Muara Sungai Tangka dan Perairan Sekitar Pelabuhan Larea-rea	42
3.	Hasil Pengukuran Arus Surut di Muara Sungai Tangka dan Perairan Sekitar Pelabuhan Larea-rea	42
4.	Jumlah dan Arah Angkutan Sedimen Hari I di Muara Sungai Tangka dan Perairan Sekitar Pelabuhan Larea-rea	47
5.	Jumlah dan Arah Angkutan Sedimen Hari I di Muara Sungai Tangka dan Perairan Sekitar Pelabuhan Larea-rea	48
6.	Hasil Analisis Parameter Gelombang.....	54
7.	Hasil Analisis Persentase Ukuran Butir Sedimen dan Megoskopis	56
8.	Hasil Analisis Parameter Statistik Ukuran Butir pada Setiap Stasiun	58
9.	Data Hasil Pengukuran Kedalaman.....	64

DAFTAR GAMBAR

<i>No.</i>	<i>Gambar</i>	<i>Halaman</i>
	<u><i>Teks</i></u>	
1.	Peta Lokasi Penelitian	39
2.	Peta Arus Pasang	44
3.	Peta Arus Surut	45
4.	Peta Hubungan Arus dengan Sebaran Sedimen	49
5.	Peta Arah Transport Sedimen	50
6.	Hasil Proses Erosi pada Daerah Hulu Sungai Tangka.....	51
7.	Hamparan Pasir <i>tidal flat</i> pada Muara Sungai Tangka.....	52
8.	Peta Sebaran Sedimen	61
9.	Grafik Pasang Surut pada Perairan Larea-rea	62

DAFTAR LAMPIRAN

<i>No.</i>	<i>Lampiran</i>	<i>Halaman</i>
	<u><i>Teks</i></u>	
1.	Hasil Pengukuran Pasang Surut di Perairan Larea-rea	72
2.	Hasil Perhitungan penentuan MSL Metode 39 jam (Ongkosongo <i>dan</i> Suyarso)	73
3.	Hasil Analisis Besar Ukuran Butir Sampel Sedimen Dasar Perairan Tiap Stasiun	74
4.	Hasil Analisis Stastistik Ukuran Butir Sampel Sedimen Dasar Perairan	79
5.	Data Hasil Pengukuran Arus Pasang	80
6.	Data Hasil Pengukuran Arus Surut	80

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Wilayah pesisir terutama daerah pantai memiliki potensi sumber daya yang sangat besar untuk pengembangan karena wilayah pesisir dapat memberikan ruang yang terbaik untuk berbagai aktifitas manusia, juga sebagai lahan yang sangat baik untuk pengembangan daerah perkotaan, perikanan, perdagangan, industri, transportasi dan berbagai aktifitas ekonomi lainnya. Hal tersebut menyebabkan kondisi wilayah pesisir dan pantai sangat rentan dengan kerusakan, ini disebabkan oleh pengembangan dan peruntukan yang tidak terkontrol sehingga menyebabkan degradasi lingkungan pesisir .

Kondisi suatu wilayah pesisir erat kaitannya dengan sistem sungai yang bermuara di wilayah itu. Perubahan sifat sungai yang mungkin terjadi, baik yang disebabkan oleh proses alami maupun sebagai akibat dari kegiatan manusia baik yang terjadi di hulu maupun yang terjadi di hilir telah menyebabkan perubahan yang signifikan terhadap kondisi wilayah pesisir. Oleh karenanya, secara alami wilayah pesisir merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari suatu sistem sungai.

Sedimentasi merupakan salah satu contoh perubahan kondisi wilayah pesisir yang umum yang terjadi di daerah pantai. Pembangunan di daerah pantai dan aktifitas-aktifitas manusia seperti pengerukan, pertambangan, pengeboran minyak,

pembukaan hutan dan aktifitas pertanian dapat membebaskan sedimen (*terrigenous sediments*) ke perairan pantai atau daerah terumbu karang.

Perubahan-perubahan yang terjadi di daerah pantai seperti perubahan morfologi pantai sangat ditentukan oleh besar dan arah angkutan pasir (*sand transport*), serta volume pasir yang dihasilkan oleh muara maupun dari daerah pantai yang terangkut oleh arus susur pantai dan arus tolak pantai. Angkutan pasir tersebut dihanyutkan oleh gelombang maupun arus atau kombinasi keduanya. Bentuk hanyutannya dapat berupa material tersuspensi (*suspended sand transport*) atau hanyutan permukaan dasar (*bed load sand transport*). Angkutan pasir dapat menyebabkan perubahan garis pantai karena terjadinya angkutan sepanjang pantai (*longshore transport*) dan angkutan ke arah lepas pantai (*cross shore transport*) (Komar, 1976).

Pengangkutan dan pengendapan sedimen atau sedimentasi pada muara sungai ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah kecepatan arus sungai, kondisi dasar sungai, turbulensi dan lainnya termasuk diameter sedimen itu sendiri. Selain itu juga muara sungai merupakan tempat bertemunya arus air sungai yang mengalir ke laut dengan arus pasang surut air laut yang keluar masuk sungai menyebabkan pengaruh yang kuat terhadap terjadinya sedimentasi, baik yang berasal dari sungai maupun dari laut atau sedimen yang tercuci dari daratan dan sekitarnya. (Supriharyono, 2000)

Proses sedimentasi pada muara sungai Tangka sangat kompleks apabila dihubungkan dengan banyaknya aktivitas manusia seperti adanya pembangunan di

wilayah pantai dan reklamasi pantai serta pemukiman penduduk disepanjang tepi sungai. Selain itu, banyaknya aliran-aliran sungai kecil yang terpusat atau bermuara pada sungai Tangka yang diperkirakan sebagai sumber utama tumpahan sedimen, menyebabkan pendangkalan pada daerah muara. Pendangkalan pada muara sungai Tangka menimbulkan permasalahan menyangkut jalur lalu lintas pelayaran di pelabuhan Larea-rea dan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Lappa.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, maka di anggap perlu untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh dinamika fisika oseanografi terhadap karakteristik sedimen di muara sungai Tangka dan perairan sekitar pelabuhan Larea-rea, sebagai bahan informasi bagi peneliti dan pihak yang terkait dalam upaya pengembangan Pelabuhan Larea-rea serta pemanfaatan wilayah pesisir pantai secara umum.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dinamika fisika oseanografi (arus, gelombang, pasang surut, dan kedalaman) terhadap karakteristik sedimen (sumber, jenis, angkutan sedimen dan sebaran sedimen) di muara Sungai Tangka dan perairan sekitar pelabuhan Larea-rea, Kabupaten Sinjai.

Sedangkan kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai basis data dalam pengelolaan, serta pemanfaatan wilayah pesisir Kabupaten Sinjai utamanya di muara sungai Tangka dan perairan disekitar pelabuhan Larea-rea.

Lingkup Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada pengamatan beberapa aspek fisika oseanografi dan pengaruhnya terhadap karakteristik sedimen. Parameter-parameter yang diamati yaitu:

- Arah dan kecepatan arus
- Tinggi dan periode ombak/gelombang
- Kondisi pasang surut
- Kedalaman
- Ukuran Butiran , jenis dan arah angkutan sedimen

TINJAUAN PUSTAKA

Faktor Fisika Oseanografi

1. Arus

Gelombang yang menjalar menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Angkutan massa dan momentum tersebut menimbulkan arus di daerah dekat pantai. Apabila garis puncak gelombang sejajar dengan garis pantai, maka akan terjadi arus dominan di pantai berupa sirkulasi sel dengan arus tolak pantai (*rip current*) yang menuju ke laut. Kejadian ekstrim lainnya terjadi apabila gelombang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai sebesar 5° , yang akan menimbulkan arus sejajar pantai (*longshore current*) di sepanjang pantai.

Suatu pantai yang panjang dapat terjadi beberapa sirkulasi sel, yang tergantung pada kondisi topografi di daerah tersebut. Komponen-komponen dari sirkulasi sel adalah angkutan massa air ke arah darat yang terjadi pada waktu gelombang pecah, arus sejajar pantai, dan arus tolak pantai. Arus tolak pantai ini mempunyai kecepatan yang sangat besar sehingga dapat menyebabkan terbawanya sedimen pantai (Triatmodjo, 1999).

Arus pasang surut merupakan arus yang mendatar yang disebabkan atau dibangkitkan oleh pasang surut. Pada waktu pasang naik arus akan mengalir kearah pantai menyebabkan tertutupnya pantai oleh air laut atau yang disebut *flood tide*.

Sebaliknya pada saat surut terjadi kejadian yang sebaliknya yang disebut *webb tide* (Komar,1976)

Meskipun arus pasang surut tidak penting pengaruhnya pada laut terbuka, tetapi pasang surut dapat membangkitkan arus yang cukup kuat pada daerah teluk, selat, estuari, sungai, dan tempat-tempat dangkal lainnya. Walaupun pada umumnya dipercaya bahwa arus pasang surut bukan merupakan media utama proses erosi dan angkutan sedimen, tetapi bila pasang surut ini terjadi pada suatu inlet yang sempit, maka arus pasang surut dapat menjadi problem yang cukup serius, karena dapat menjadikan inlet tersebut tertutup (Dahuri, 1996).

Menurut Dahuri *dkk.*, (1996) gelombang yang datang menuju pantai dapat menimbulkan arus pantai (*nearshore current*) yang berpengaruh terhadap proses sedimentasi di pantai. Pola arus pantai ini ditentukan terutama oleh besarnya sudut yang dibentuk antara gelombang yang datang dengan garis pantai. Jika sudut datang itu cukup besar, maka akan terbentuk arus susur pantai (*longshore current*) yang disebabkan oleh perbedaan tekanan hidrostatik. Jika sudut datang gelombang tersebut kecil atau sama dengan nol, maka akan terbentuk arus tolak pantai (*rip current*) dengan arah menjauhi pantai disamping terbentuknya arus susur pantai.

Menurut Triatmodjo (1999), karakteristik gelombang di *surf zone* dan *swash zone* adalah sangat penting di dalam analisa pantai. Arus yang terjadi pada daerah tersebut tergantung pada arah datang gelombang. Kejadian ekstrim lainnya terjadi apabila gelombang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai ($\theta_b > 5^\circ$),

yang akan menimbulkan arus sejajar pantai di sepanjang pantai. Sedangkan yang biasanya terjadi adalah kombinasi dari kedua kondisi tersebut.

Sistem arus-arus dekat pantai terdiri dari arus-arus yang berkaitan langsung dengan aksi ombak. Arus-arus dekat pantai meliputi arus susur pantai (*longshore current*), arus menuju pantai (*shoreward directed current*) dan arus tolak pantai (*rip currents*). Arus yang terjadi di dekat pantai tersebut sangat mempengaruhi arah dan kecepatan angkutan sedimen tersuspensi, hingga dikenal dengan arus susur pantai dan angkutan ke arah lepas pantai. Besarnya angkutan material sedimen tersuspensi susur pantai dimodelkan sebagai perkalian volume material tersuspensi dengan kecepatan angkutan, biasanya dianggap sebanding dengan kecepatan arus susur pantai (Kaharuddin dan Mappa, 1991).

Perbedaan tinggi gelombang pecah di sepanjang pantai dapat dijelaskan oleh studi refraksi pada daerah yang mempunyai garis kontur tidak teratur. Studi refraksi menunjukkan adanya penguncupan (*convergen*) dan penyebaran (*divergen*) dari garis ortogonal gelombang. Pada tempat di mana garis ortogonal menguncup, tinggi gelombang pecah adalah lebih besar daripada di tempat penyebaran garis ortogonal. Arus sejajar pantai dimulai dari lokasi penguncupan garis ortogonal. Sedang *rip current* terjadi pada daerah dimana garis ortogonal menyebar.

Menurut Rochmanto (1999), arus susur pantai sangat penting bagi transportasi sedimen, baik pasir maupun material lain di sepanjang pantai. Arus susur pantai merupakan arus yang terbangkit oleh gelombang yang datang membentuk sudut

terhadap garis pantai. Karena arus ini terbangkit di dalam mintakat pecahnya gelombang, maka setelah itu kecepatannya akan berkurang.

2. Gelombang

Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada gaya 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 terhadap bumi, gelombang tsunami terjadi karena letusan gunung api atau gempa di laut, gelombang yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak, dan sebagainya.

Umumnya gelombang yang terjadi di laut disebabkan oleh hembusan angin (Nontji, 1999). Faktor yang mempengaruhi bentuk/besarnya gelombang yang disebabkan oleh angin yakni : kecepatan angin, lamanya angin bertiup, kedalaman laut, dan luasnya perairan, serta *fetch* (F) yaitu jarak antara terjadinya angin sampai lokasi gelombang tersebut (Kramadibrata, 1985).

Gelombang dalam penjarannya mengalami beberapa proses perubahan tinggi gelombang seperti pendangkalan, refraksi, difraksi atau proses pantulan sebelum gelombang tersebut pecah. (Pratikto *dkk*, 1996).

Apabila gelombang mendekati perairan yang dangkal maka akan terjadi perubahan yang nyata. Gelombang disebut mulai menyentuh dasar bila tiba pada kedalaman yang sama dengan setengah panjang gelombang. Karena menyentuh

dasar, maka gerak molekul air yang mulanya berupa orbit lingkaran termampat menjadi lonjong yang semakin gepeng. Kecepatan gelombang pun melambat. Puncak-puncak gelombang yang lain terkumpul dan berjejal di belakangnya. Bagian belakang gelombang berjalan lebih cepat dari pada bagian depannya lalu mengejar dan memaksa bagian depan naik menjadi puncak yang terus meninggi. Puncak yang masih berjalan cepat ini cenderung condong ke depan serta membentuk lengkungan, dan akhirnya terlalu condong sehingga puncaknya roboh berjungkir-jungkir membentuk apa yang dikenal sebagai ombak pecah (Nontji, 1999). Pecahnya gelombang ini biasanya terjadi pada saat gelombang mendekati pantai di mana kedalamannya mencapai seperempat dari tinggi gelombang. Bila keadaan pantai landai, ada kemungkinan bahwa gelombang tersebut tidak pecah tetapi pemantulan gelombang (Kramadibrata, 1985).

Pada proses pendangkalan gelombang, kecepatan gerak gelombang juga berkurang seiring dengan pengurangan kedalaman dasar laut, sehingga menyebabkan puncak gelombang yang ada di air dangkal bergerak lebih lambat dibandingkan puncak gelombang yang berada di perairan yang lebih dalam. Terjadilah pembelokan arah gerak puncak gelombang mengikuti bentuk kontur kedalaman laut di mana terjadi juga perubahan tinggi gelombang. Proses perubahan arah ini disebut refraksi. Sementara difraksi merupakan proses pemindahan energi gelombang ke arah daerah yang terlindungi oleh pulau, bukit batu/karang yang menjorok ke laut, atau bangunan pantai. Perpindahan energi ini akan menyebabkan timbulnya gelombang di daerah yang terlindung tersebut (Pratikto *dkk.*, 1997).

Dalam penjarannya, gelombang melintasi daerah *offshore zone*, *surf zone* dan *swash zone*. Di daerah lepas pantai (*offshore*), yaitu daerah yang terbentang dari lokasi gelombang pecah ke arah laut, gelombang menimbulkan gerak orbit partikel air. Orbit lintasan partikel tidak tertutup sehingga menimbulkan angkutan massa air. Angkutan massa tersebut dapat disertai dengan terangkutnya sedimen dasar dalam arah menuju pantai (*onshore*) dan meninggalkan pantai (*offshore*). *Surf zone*, yaitu daerah antara gelombang pecah dan garis pantai, ditandai dengan gelombang pecah dan penjaran gelombang setelah pecah ke arah pantai. Gelombang pecah menimbulkan arus dan turbulensi yang sangat besar yang dapat menggerakkan sedimen dasar. Setelah pecah, gelombang melintasi *surf zone*, menuju pantai. Di daerah ini kecepatan partikel air hanya bergerak dalam arah penjaran gelombang. Di *swash zone*, gelombang yang sampai di garis pantai menyebabkan massa air bergerak ke atas dan kemudian turun kembali pada permukaan pantai. Gerak massa air tersebut disertai dengan terangkutnya sedimen (Triatmodjo, 1999)

Gelombang berpengaruh terhadap transpor/perpindahan material pantai sehingga menyebabkan perubahan morfologi pantai. Sanamura dan Horikawa (1974) dalam Horikawa (1980) mendeskripsikan perubahan profil pantai sebagai fungsi dari gelombang, ukuran butir sedimen dan kemiringan pantai. Selanjutnya Sanamura dan Horikawa (1974) dalam Lakhan dan Trenhaile (1989) mengatakan bahwa transpor material pantai oleh aksi gelombang yang relatif besar menyebabkan erosi (rekresi)

garis pantai, sedangkan aksi gelombang yang semakin melemah pada saat mendekati pantai akan menyebabkan akresi pantai.

Foster (1983) mengemukakan bahwa pergerakan sedimen oleh gelombang merupakan proses selektif memisahkan sedimen secara efektif berdasarkan ukuran butiran terutama pada daerah ombak pecah di dekat pantai. Hanya pasir dan material-material kasar ditemukan pada daerah ombak pecah, dan merupakan pergerakan utama dari material-material sedimen di sekitar pantai. Pada daerah aktif ini gelombang mengangkut material kasar sebagai angkutan dasar dan angkutan tersuspensi.

3. Pasang Surut

Pasang surut adalah proses naik turunnya paras laut (*sea level*) secara berkala yang ditimbulkan oleh adanya gaya tarik dari benda-benda angkasa, terutama matahari dan bulan, terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari. Fenomena ini memberikan kekhasan karakteristik pada kawasan pesisir dan lautan, sehingga menyebabkan kondisi fisik perairan yang berbeda-beda. (Dahuri dkk., 1996 dan Triatmodjo, 1999).

Pasang surut merupakan perubahan periodik dari permukaan air laut pada suatu tempat tertentu. Seperti halnya ombak, ritme perubahan pasang surut di

sepanjang mintakat pantai ini sudah diketahui sejak lama dan merupakan suatu proses alam yang mudah untuk diamati. Adanya variasi muka air laut (pasang Surut) , diakibatkan oleh posisi/letak aksi gelombang panjang yang selalu bergerak atau berpindah, sehingga daerah pantai yang terserang gelombang panjang sangat luas.

Apabila tinggi pasang surut cukup besar, volume air pasang yang masuk ke sungai sangat besar. Air tersebut akan berakumulasi dengan air dari hulu sungai. Pada waktu air surut, volume air yang sangat besar tersebut mengalir keluar dalam periode waktu tertentu yang tergantung pada tipe pasang surut. (Triatmodjo,1999)

Tipe pasang surut ditentukan oleh frekuensi air pasang dan surut setiap hari. Jika perairan tersebut mengalami satu kali pasang dan surut dalam sehari, maka kawasan tersebut dikatakan bertipe pasang surut tunggal. Jika terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari, maka tipe pasang surutnya dikatakan bertipe ganda. Tipe pasang surut lainnya merupakan peralihan antara tipe tunggal dan ganda yang disebut tipe campuran (Dahuri, 1996)

Permasalahan mengenai kondisi pasut di Indonesia sangat penting artinya bagi Indonesia yang memiliki garis pantai sepanjang sekitar 81.000 km, untuk berbagai kegiatan yang berkaitan dengan laut atau pantai seperti pelayaran antar pulau, reklamasi pantai (dermaga/pelabuhan dan pemecah ombak), budidaya laut, pencemaran laut dan pertahanan nasional. (Pariwono *dalam* Ongkosongo dan Suyarso, 1989).

Secara umum pasang surut di berbagai daerah perairan Indonesia dapat dibedakan dalam empat tipe yakni :

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Pasut jenis ini terdapat di Selat Malaka sampai Laut Andaman.

2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasut jenis ini terdapat di perairan selat Karimata.

3. Pasang surut campurans condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*)

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pasut jenis ini terdapat di perairan Indonesia bagian Timur.

4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)

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

terdapat di perairan utara Dangkan Sunda (Pariwono *dalam* Ongkosongo dan Suyarso, 1989 dan Triatmodjo, 1996).

Kaharuddin (1994) menyatakan bahwa pengaruh aktivitas pasang surut di daerah muara sungai sangat besar karena pasut bukan hanya merubah paras laut dengan merubah kedalamannya, melainkan dapat pula sebagai pembangkit arus yang dapat mentranspor sedimen. Selain itu pasut juga berperan terhadap proses pantai, seperti penyebaran sedimen dan abrasi pantai. Pasang naik akan menimbulkan gelombang laut dimana sedimen akan menyebar dekat pantai, sedangkan bila air surut akan menyebabkan majunya sedimentasi kearah laut lepas.

Estuaria

Muara sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut. 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. Pengaruh pasang surut terhadap sirkulasi aliran (Kecepatan/debit, profil muka air, instrusi air asin) di estuari dapat sampai jauh ke hulu sungai yang tergantung pada tinggi pasang surut, debit sungai, dan karakteristik estuari (tampang aliran, kekasaran dinding, dan sebagainya).

Pritchard., (1969) *dalam* Triatmodjo., (1993 : 230) mendefenisikan estuari sebagai daerah pantai semi tertutup yang berhubungan langsung dengan laut dimana

air laut bercampur dengan air yang berasal dari daratan. Secara lebih sempit, estuari didefinisikan sebagai bagian dari sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut.

Estuaria yang merupakan tempat bertemunya arus air sungai yang mengalir ke laut dengan arus pasang surut air laut yang keluar- masuk ke sungai. Aktivitas ini menyebabkan pengaruh yang kuat terhadap terjadinya sedimentasi, baik yang berasal dari sungai maupun dari laut atau sedimen yang tercuci dari daratan di sekitarnya

Dua faktor yang paling berpengaruh dalam hidrodinamika di estuari adalah debit sungai yang berasal dari hulu, dan pasang surut di ujung hilir estuari (muara), yaitu :

- Debit sungai dan evolusi musimannya merupakan salah satu parameter penting dalam sirkulasi estuari.
- Pasang surut mempengaruhi evolusi sepanjang estuari dalam kualitas air berupa salinitas dan kekeruhan (sedimen suspensi), yaitu bergerak ke hulu pada waktu air pasang dan ke hilir pada waktu air surut. Konsentrasi dan posisi sedimen suspensi sangat tergantung pada variasi tinggi pasang surut dan debit sungai.

Menurut Triatmodjo (1999) muara sungai dapat dibedakan dalam tiga kelompok, yang tergantung pada faktor dominan yang mempengaruhinya, Ketiga faktor dominan tersebut adalah gelombang, debit sungai dan pasang surut. Di suatu muara sungai, ketiga faktor tersebut bekerja secara simultan, tetapi biasanya salah satunya

mempunyai pengaruh yang lebih dominan dari yang lainnya. Gelombang memberikan pengaruh yang lebih dominan pada sungai kecil yang bermuara di laut terbuka (luas). Sebaliknya sungai besar yang bermuara di laut tenang akan di dominasi oleh debit sungai. Bertemunya arus air sungai yang mengalir ke laut dengan arus pasang surut air laut yang keluar- masuk ke sungai. Aktivitas ini menyebabkan pengaruh yang kuat terhadap terjadinya sedimentasi, baik yang berasal dari sungai maupun dari laut atau sedimen yang tercuci dari daratan di sekitarnya.

Muara sungai berfungsi sebagai pengeluaran/pembuangan debit sungai terutama pada waktu banjir, ke laut. Karena letaknya yang berada pada ujung hilir, maka debit aliran di muara sungai 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 dijumpai adalah banyaknya endapan di muara sungai sehingga tampang alirannya kecil yang dapat mengganggu pembuangan debit sungai ke laut. Ketidakterlancaran pembuangan tersebut dapat mengakibatkan banjir pada daerah sebelah hulu muara (Triatmodjo, 1999).

Sedimen dan Sedimentasi

Krumbein dan Sloss,(1963) menyatakan bahwa sedimen adalah endapan material padat pada dasar permukaan bumi dari beberapa medium (udara, air, dan es) pada kondisi permukaan di atas normal. Sedimen merupakan hasil dari proses

pengendapan di alam, sedangkan sedimentasi adalah proses pengendapan yang biasanya dipengaruhi oleh agen transport (air, angin dan es).

Sedimentasi akan lebih dominan terjadi apabila kekuatan arus atau gaya dari agen transportasi mulai menurun, sehingga berada di bawah titik daya angkutnya akibatnya material-material yang tersuspensi mulai terendapkan, kecepatan pengendapan suatu material sedimen tergantung dari gaya beratnya sehingga umumnya material yang mempunyai ukuran kasar akan diendapkan lebih cepat menyusul material yang lebih halus (Kramadibrata, 1985)

Material dari sungai yang bermuara di pantai merupakan sumber utama sedimen pantai. Besarnya angkutan material dari sungai tergantung pada morfologi dan elevasi dari sungai, batuan penyusun cekungan pengaliran sungai, kerapatan vegetasi dan iklim pada daerah tersebut. Faktor lain yang berpengaruh adalah terbentuknya estuaria sungai yang dapat menahan angkutan sedimen untuk langsung ditranspor ke laut. Di samping sungai sebagai pemasok material sedimen di pantai, abrasi sepanjang pantai juga merupakan sumber sedimen yang sangat penting di perairan pantai (Komar, 1976).

Menurut Dahuri (1988), mengatakan bahwa keseimbangan antara sedimen yang dibawa oleh aliran sungai dengan kecepatan pengangkutan sedimen di muara sungai, akan menentukan perkembangan daratan pantai. Apabila jumlah sedimen dari daratan yang dibawa ke perairan laut, kemudian sedimen tersebut segera di angkut oleh arus dan gelombang maka bentuk pantai tetap dalam keadaan stabil. Sebaliknya

apabila input sedimen dari daratan lebih besar daripada daya angkut arus dan gelombang laut, maka dapat merubah kondisi morfologi pantai.



Terjadinya proses erosi di suatu tempat berarti akan terjadi sedimentasi di tempat lain. Karena material yang tergerus oleh aktivitas gelombang akan diangkut oleh aliran littoral dan diendapkan di tempat lain. Parameter lingkungan yang mempengaruhi proses sedimentasi dan erosi adalah gelombang, arus susur pantai dan arus tolak pantai, pasang surut, perubahan muka laut, angin, geologi dan parameter lain seperti kegiatan manusia dan aktivitas biologis (Dahuri, *dkk*, 1996)

Thurman (1998), mengatakan bahwa pembagian sedimentasi umumnya dibagi atas dua bagian berdasarkan pada lokasi dan tempat bermuaranya sedimen yaitu :

a. Sedimen Laut Dangkal

Lingkungan sedimen laut dangkal mencakup kedalaman lebih kecil dari 500 meter dari garis pantai. Daerah tepiannya merupakan zona interaksi antara daratan dan lautan. Proses mekanis dan organis sangat nyata di daerah ini sehingga jenis-jenis sedimennya didominasi oleh sedimen mekanis dan sedimen organis. Lebih lanjut dikatakan bahwa sedimen laut dangkal mencakup daerah estuaria, delta, spit, lagoon, tombolo, paparan pasang surut (*tidal flat*)

b. Sedimen Laut Dalam

Lingkungan sedimen di daerah ini mempunyai kedalaman cukup besar dari 500 meter meliputi daerah batial, abisal, hadal, trench dimana endapannya didominasi oleh material-material biogenik dan lempung pelagik.

Triatmodjo (1999) mengatakan bahwa sifat-sifat sedimen sangat penting dalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi. Sifat-sifat tersebut adalah ukuran partikel, distribusi sedimen, bentuk dan kecepatan endapan, tahanan terhadap erosi dan sebagainya.

Akibat perbedaan asal dan pergerakannya oleh air, sedimen di laut sering kali disebarkan ke permukaan dasar dalam pola khusus. Sedimen di laut dikelompokkan berdasarkan ukuran, asal dan posisinya di dasar laut dalam hubungannya dengan kontinen. Umumnya semakin besar ukuran partikel semakin besar pula beratnya, oleh karena itu air yang mengalir dengan kecepatan yang sangat lambat hanya dapat mengangkut material-material yang sangat halus. Sebaliknya sedimen yang berukuran lebih besar seperti kerikil dipindahkan hanya oleh aliran yang cepat. (Block, 1986).

Analisis pemilahan butiran (sortasi) adalah derajat atau tingkat keseragaman butir sedimen atau kecenderungan tingkat keseragaman dari berbagai macam ukuran butiran sedimen. Derajat atau nilai sortasi sangat dipengaruhi oleh proses transportasi serta aktifitas arus dan gelombang. Block (1986) menyatakan bahwa sedimen dengan nilai sortasi yang baik umumnya mengalami penyortiran oleh gelombang dan arus untuk jangka waktu yang lama. Sedimen sepanjang pantai umumnya tersortasi

dengan baik dimana partikel-partikel sedimen telah dipisah-pisahkan berdasarkan ukuran sebagai akibat dari aksi gelombang dan arus. Sedimen dengan nilai sortasi jelek, terdiri dari ukuran partikel sedimen yang berbeda-beda dengan variasi yang cukup luas.

Sedimen dengan nilai sortasi jelek ditemukan pada daerah *surf zone* dan *breaker zone* (daerah gelombang pecah). Sedangkan nilai sortasi terbaik ditemukan di daerah *swash zone* (Komar 1976). *Surf zone* adalah daerah yang terbentang antara bagian dalam dari daerah gelombang pecah dan batas naik turunnya gelombang pantai. Sedangkan *swash zone* adalah daerah yang di batasi oleh garis batas tertinggi naiknya gelombang dan batas terendah turunnya gelombang di pantai (Triatmodjo 1999).

Batuan sedimen dapat digambarkan oleh tekstur, struktur dan komposisinya. Tekstur berhubungan dengan karakteristik partikel sedimen serta hubungan butiran dengan butiran. Tekstur sedimen sebagian besar ditetapkan dengan ukuran dan bentuk partikel. Ukuran partikel merupakan bagian partikel yang sangat penting karena merupakan elemen tekstural dari sedimen, sebab berhubungan dengan kondisi dinamis dari suatu transportasi dan pengendapan. Sebagian besar penentuan ukuran-ukuran partikel sedimen dilakukan dengan metode menyaring dengan ayakan, dimana partikel-partikel terpisah ke dalam kelompok ukuran ayakan tersebut. Dari data hasil pengayakan dapat disajikan dalam bentuk grafis maupun matematis (Krumbein dan Sloos, 1963).

Skewness adalah derajat ketidaksimetrian dari grafik frekuensi. *Skewness* negatif berarti sedimen halus lebih dominan dan *skewness* positif berarti sedimen kasar lebih dominan.

Skala klasifikasi sedimen pantai berdasarkan ukuran yang banyak digunakan yaitu skala *Wentworth* dapat dilihat di bawah ini :

Tabel 1. Skala *Wentworth* untuk Pengklasifikasian Partikel-partikel Sedimen (Holme dan McIntyre, 1984).

Nama	Ukuran (mm)
Batu besar (<i>Boulder</i>)	> 256
Bongkahan batu (<i>Cobble</i>)	256 – 64
Kerakal (<i>Pebble</i>)	64 – 4
Kerikil (<i>Granule</i>)	4 -2
Pasir sangat kasar (<i>Very Coarse Sand</i>)	2 – 1
Pasir Kasar (<i>Coarse Sand</i>)	1 – 0,5
Pasir agak kasar (<i>Medium Sand</i>)	0,5 – 0,25
Pasir halus (<i>Fine Sand</i>)	0,25 – 0,125
Pasir sangat halus (<i>Very Fine Sand</i>)	0,125 – 0,0625
Lanau (<i>Silt</i>)	0,0625 - 0,0039
Lempung (<i>Clay</i>)	< 0,0039

Transpor dan Sebaran Sedimen

Material sedimen umumnya bersumber dari daerah kontinen yang ditransportasi melalui sungai atau media lain dalam bentuk sedimen terrigen dari ukuran kasar hingga halus (Kaharuddin, 1994). Selanjutnya dikatakan bahwa daerah mulut sungai merupakan daerah interaksi sistem morfodinamik yang meliputi pola aliran sungai, perbedaan densitas air sungai dan air laut, kedalaman air, besarnya lereng, *tidal range*, derajat arus pasang surut, gelombang dan faktor lain seperti pembentukan endapan di depan pantai yang dapat merubah struktur dan garis pantai (*barrier, laguna, delta, tidal flat*, dan sebagainya)

Angkutan sedimen yang terjadi pada daerah pantai terbagi atas dua komponen, yaitu : angkutan ke arah susur pantai dan angkutan ke arah lepas pantai. Angkutan ke arah lepas pantai terutama diakibatkan oleh arus bolak-balik dasar (*undertow*) dan arus tolak pantai (*rip current*). Arus ini menyebabkan pergerakan partikel sedimen ke luar dan pengendapan terjadi di daerah ombak pecah. Arus ini juga sering mengganggu penyebaran biota laut dengan membawa partikel-partikel sedimen yang dapat merubah struktur dasar perairan atau habitat organisme dasar (Komar, 1976)

Soemarto (1987) dalam Nasrah, N. A. (2001), mengatakan bahwa sedimentasi merupakan perpaduan antara proses pengangkutan dan pengendapan material tersuspensi atau material fragmental oleh air, sehingga terjadi erosi dan memberi dampak terhadap banyak terhadap perubahan-perubahan lingkungan sebagai berikut :

- a. Di sungai, pengendapan material sedimen di dasar sungai menyebabkan naiknya dasar sungai, menyebabkan tingginya muka air, sehingga berakibat seringnya terjadi banjir yang menimpa lahan-lahan yang tidak terlindungi (*unprotected land*)
- b. Di saluran, jika saluran irigasi atau saluran pelayaran dialiri air yang penuh material sedimen akan terjadi pengendapan sedimen di saluran tersebut.
- c. Di waduk-waduk, pengendapan sedimen di waduk akan mengurangi volume efektifitasnya.
- d. Di bendungan pintu-pintu air, menyebabkan kesulitan dalam mengoperasikan pintu-pintunya.
- e. Di muara sungai, akan menyebabkan terjadinya endapan yang mengganggu stabilitas pantai dan juga mempengaruhi organisme bentik disekitarnya.

Menurut Posma (1967) dalam Supriharyono (2000), Pengendapan sedimen atau sedimentasi ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah kecepatan arus sungai, kondisi dasar sungai, turbulensi, dan lainnya termasuk diameter sedimen itu sendiri. Sedimen dengan diameter $104 \mu\text{m}$ akan tererosi oleh arus dengan kecepatan 150 cm/det , dan terbawa arus pada kecepatan anatar $90\text{-}150 \text{ cm/det}$, selanjutnya akan mengendap pada kecepatan $> 90 \text{ cm/det}$. Hal yang sama untuk sedimen yang halus $102 \mu\text{m}$, sedimen ini tererosi dngan kecepatan arus $> 30 \text{ cm/det}$, dan terdeposisi pada kecepatan $< 15 \text{ cm/det}$. Konsekuensi dari hal ini, bahwa didaerah estuaria yang

arus sungainya dan arus pasang surutnya kuat, maka seluruh ukuran partikel-partikel sedimen kemungkinan akan tererosi dan terbawa arus, begitu arus agak melemah sedimen yang berukuran besar seperti pasir, akan mengendap dulu sedangkan sedimen yang berukuran halus, seperti *silt* dan *clay*, masih terbawa arus. Partikel-partikel ini mengendap ketika arus sudah cukup lemah, yaitu di daerah tengah estuaria, dimana arus sungai dan laut bertemu.

Laju sedimentasi atau kecepatan endapan (*settling*) sedimen tergantung pada ukuran partikel. Kebanyakan sedimen yang terbawa ke daerah estuaria berada dalam bentuk suspensi dan berukuran kecil. Partikel-partikel tersebut umumnya berdiameter $< 2\mu\text{m}$, dan merupakan komposisi dari *clay mineral*, yaitu *illite*, *koalinite*, dan *montmorilanite*, yang dibawa oleh air sungai. Semakin kecil diameter sedimen semakin sulit mengendap.

Ada tiga faktor utama yang mempengaruhi ukuran butiran endapan sedimen yaitu sumber material sedimen, tingkat energi ombak dan kemiringan pantai. Kondisi lingkungan pantai akan menseleksi ukuran butiran endapan sedimen yang memungkinkan tergantung pada kondisi spesifik pantainya (Rachmanto.B 1995)

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan September 2002 sampai Juli 2003 dengan lokasi penelitian di muara Sungai Tangka dan perairan sekitar pelabuhan Larea-rea. Analisis data dilaksanakan di Laboratorium Geomorfologi dan Manajemen Pantai Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Hasanuddin

Alat dan Bahan

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi :

- ⊖ Peralatan survei untuk pengambilan data :
 - Kapal motor sebagai alat transportasi
 - *Bottom Grabe Sampler* untuk pengambilan contoh sedimen permukaan
 - Alat pemeruman untuk pengukur kedalaman
 - *Global Positioning System* (GPS) untuk penentuan posisi pengambilan data
 - Tiang berskala untuk mengukur parameter gelombang dan pasang surut
 - Layang-layang Arus untuk mengetahui kecepatan arus
 - *Roll meter* untuk mengukur jarak
 - *Stop Watch* untuk mengukur waktu
 - Alat Tulis-menulis
 - Kompas untuk mengukur arah arus dan gelombang

- Sedimen Trap sebagai perangkap sedimen
- ☐ Peralatan untuk analisa sampel (di laboratorium) :
- Timbangan Digital untuk mengukur berat sampel sedimen
 - *Sieve net* (ayakan sedimen) untuk mengetahui ukuran butiran sedimen
 - Oven pengering sampel
 - Gelas Piala
 - *Vacum Stirrer*
 - Pipet (20 ml)
 - Cawan petri
 - Talam-talam, kuas, sikat kuningan dan sendok
- ☐ Peralatan untuk analisis data :
- Hardware : Komputer Personal dan *Printer Inkjet*
 - Software : MS. Excel, MS. Word, Surfer 5.0, Arc View 31 dan MapInfo Profesional 6.0.
- ☐ Sedangkan bahan yang digunakan adalah :
- Sampel sedimen yang akan dianalisis
 - Aquades
 - Peta Rupa bumi
 - Data hasil pengukuran parameter oseanografi di Pulau Sembilan oleh Laboratorium Fisika Oseanografi (LOFI) Unhas.

Prosedur Penelitian

Metode penelitian ini terdiri dari tahap persiapan/observasi awal. Penentuan Stasiun pengamatan, pengambilan data, analisa data dan penyusunan laporan akhir.

A. Tahap Persiapan

Meliputi survey lapangan, untuk mengetahui kondisi lokasi penelitian. Disamping itu dilakukan pengumpulan data sekunder dan studi literatur yang berhubungan dengan penelitian.

B. Penentuan Stasiun Pengamatan

Stasiun pengamatan ditentukan di lokasi penelitian berdasarkan kondisi perairan muara sungai Tangka dan Pelabuhan Larea-rea. Pengambilan data dipilih 6 Stasiun pemasangan perangkat sedimen, pengukuran arus serta gelombang dan 14 Stasiun pengambilan sedimen dasar dan pengukuran kedalaman (termasuk 6 Stasiun pemasangan sedimen trap) dengan koordinat yang ditentukan sebelumnya secara selektif dan sistematis (Gambar 1) dengan menggunakan GPS dengan jarak masing-masing Stasiun sekitar 100 – 500 meter.

C. Pengambilan (pengumpulan) Data

Untuk pengumpulan data dibagi dalam beberapa tahap yaitu pengumpulan data sekunder dari berbagai sumber seperti data hasil pengamatan Fisika Oseanografi oleh Laboratorium Oseanografi Fisika (LOFI) UNHAS dan pengambilan data primer di lokasi penelitian dengan tahap sebagai berikut :

a. Pengukuran Kedalaman (*bathymetri*)

Untuk pengambilan data *bathymetri* dilakukan dengan menggunakan perahu. Pengukuran kedalamannya menggunakan alat pemeruman sebanyak 14 Stasiun yang ditentukan posisinya dengan GPS dan mencatat waktunya pada saat pengambilan data.

b. Pengukuran Gelombang

Pengukuran tinggi, waktu, dan arah gelombang dilakukan dengan menggunakan tiang berskala, *stop watch*, kompas, dan alat tulis menulis. Pengukuran tinggi gelombang dilakukan dengan cara membaca pergerakan naik (puncak) dan turun (lembah) permukaan laut pada tiang skala yang ditancapkan pada mintakat sebelum ombak pecah, bersamaan dengan mencatat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai puncak dan lembah gelombang tersebut dengan mempergunakan *stop watch*, pengulangannya dilakukan sebanyak 21 kali. Arah ombak diukur dengan mempergunakan kompas. Pengukuran ombak dilaksanakan selama 3 hari yaitu pagi, siang dan sore pada Stasiun yang mewakili (6 Stasiun yaitu I, IIA, III, IVA, V, dan VI)

c. Pengukuran Arus

Pengukuran arus dilakukan dengan menggunakan layang-layang arus (*drif float*). Pengamatan dilakukan dengan melepas layang-layang arus hingga jarak yang telah ditentukan dan mengukur selang waktu yang dibutuhkan

hingga mencapai jarak yang telah ditentukan tersebut. Pengukuran pergerakan arah arus dilakukan dengan menggunakan kompas, yakni dengan menentukan posisi titik awal layang-layang arus ketika dilepas sampai jarak terakhirnya. Pengukuran dilakukan pada Stasiun I, IIA, III, IVA, V dan VI. Pengukuran dilakukan selama 3 hari, setiap satu hari pengamatannya sebanyak 2 kali yaitu pada saat pasang dan surut.

d. Pengukuran pasang surut

Dalam pengambilan data pasang surut di lakukan beberapa hal yakni :

1. Menempatkan (pemasangan) rambu pasut pada tempat yang aman, pemasangan nol rambu terletak di bawah permukaan laut pada saat air rendah saat surut terendah dan bacaan skala masih terbaca pada saat terjadi air tinggi saat pasang tertinggi.
2. Metode pengamatannya dilakukan dengan pembacaan secara langsung dan dicatat secara kontinyu dengan interval waktu setiap 1 jam selama 4 hari pengamatan. (dimulai pukul 00.00 WITA)

Pengukuran ini dilakukan untuk dapat menentukan rata-rata tinggi muka air pada saat surut terendah dan pasang tertinggi, muka air/*Mean Sea Level* (MSL) untuk koreksi kedalaman.

e. Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan dua cara; (1) Pengambilan sampel sedimen untuk mengetahui angkutan sedimen yaitu angkutan sedimen pasir beban alas (*Bed Load Transport Type*) dengan perangkap sedimen (*Sediment Trap*) dilakukan dengan cara meletakkan perangkap sedimen pada setiap Stasiun (6 Stasiun, I, IIA, III, IVA, V dan VI) pengamatan diarahkan dalam empat arah, yaitu barat, timur, utara dan selatan selama 1 X 24 jam. Perangkap sedimen ini dipasang untuk mengetahui besarnya angkutan sedimen. Sedimen yang terperangkap, dimasukkan ke dalam kantong sampel kemudian dilakukan analisa di laboratorium. Hal ini dilakukan untuk mengetahui arah dan besar transpor sedimen dasar perairan pantai. Selain itu, pengambilan sampel sedimen dasar perairan juga dilakukan dengan menggunakan *bottom grab sampler* yang dilakukan pada setiap Stasiun (14 Stasiun). Sampel sedimen yang diambil pada *bottom grab sampler* dimasukkan ke dalam kantong sampel kemudian dilakukan analisa di laboratorium guna mengetahui jenis, ukuran butir/diameter sedimen dasar perairan.

f. Analisis Laboratorium Contoh Sampel Sedimen

Sampel sedimen dianalisis di laboratorium dengan metode ASTM (*American Society for Testing and Materials*) yakni ayakan kering dengan menggunakan *sieve net*. Adapun prosedurnya adalah sebagai berikut :



1. Sampel dicuci dengan air dan memisahkan dengan bahan-bahan organik yang ada.
2. Sampel sebanyak 500 gram dikeringkan dalam oven pada suhu sekitar 120 °C selama kurang lebih 12 jam atau sampel benar-benar kering .
3. Setelah kering, sampel diambil sebanyak 100 gram dan diukur dengan timbangan digital
4. Sampel yang telah dipisahkan kemudian diayak dengan menggunakan *sieve net* bersusun kemudian digerakkan secara konstan kurang lebih 15 menit.
5. Sampel dipisahkan untuk masing-masing kategori ukuran (2mm, 1mm, 0,5mm, 0,25mm, 0,125mm, 0,063mm, dan <0,063 mm).
6. Sampel yang telah dipisahkan kemudian ditimbang sesuai dengan ukuran masing-masing.
7. Prosedur tersebut dilakukan untuk masing-masing Stasiun pengamatan.

Sedangkan sampel sedimen yang lolos dari ayakan 0,063 mm diambil untuk dianalisis dengan menggunakan metode pipet sehingga dapat mengetahui berat partikel sedimen yang berukuran < 0,063 mm yaitu 0,015 mm dan 0,0039 mm. Analisis tersebut dilakukan dengan menggunakan metode pengendapan (Hukum Stokes) dengan prosedur sebagai berikut :

1. Sampel sedimen dimasukkan ke dalam gelas piala 1 liter yang berisi aquades sebanyak 1 liter

2. Sampel sedimen tersebut diaduk (dihomogenkan) dengan menggunakan *vacum stirrer* pada suhu 20 °C
3. Setelah sampel sedimen bercampur rata, *vacum stirrer* dihentikan dan gerakan larutan dalam gelas piala dibiarkan sampai tenang.
4. Setelah 7 menit 44 detik, sampel sedimen diambil dengan menggunakan pipet pada kedalaman 10 cm sebanyak 20 ml kemudian ditaruh pada cawan petri yang telah diukur beratnya dan selanjutnya diketahui sebagai sampel sedimen ukuran 0,015 mm.
5. Setelah 2 jam 3 menit, sampel sedimen diambil lagi dengan menggunakan pipet pada kedalaman 10 cm sebanyak 20 ml kemudian ditaruh pada cawan petri yang telah diukur beratnya dan selanjutnya sebagai berat sampel sedimen ukuran 0,0039 mm.
6. Sampel sedimen bersama cawan petri dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C.
7. Sampel sedimen ditimbang dan beratnya dikurangi dengan berat cawan petri sehingga didapatkan berat partikel sedimen ukuran 0,015 mm dan 0,0039 mm.

Setelah hasil analisis butir sampel sedimen dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah pengelompokan klasifikasi yang disajikan dalam bentuk tabel berdasarkan skala Wenworth (Tabel 1) dari masing-masing ukuran butir.

D. Analisa Data

1. Data Pasang Surut

Data hasil pengamatan pasang surut dimasukkan dalam tabel untuk menentukan nilai MSL (*mean sea level*) dengan menggunakan metode pengamatan 39 jam (Pariwono, 1987 dalam Ongkosongo dan Suyarso, 1989). Data pasang surut diperlukan sebagai koreksi kedalaman dan penentuan tipe pasut. Penentuan MSL dengan menggunakan persamaan berikut :

$$MSL = \frac{\sum \text{Pembacaan Palem}}{\sum \text{Faktor Pengali}}$$

2. Kedalaman

Setelah di dapatkan nilai MSL maka penentuan kedalaman suatu perairan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\Delta d = d_t - (h_t - MSL)$$

- Keterangan :
- MSL = Mean Sea Level (Duduk Tengah Muka Air)
 - Δd = Kedalaman suatu titik pada dasar perairan
 - d_t = Kedalaman suatu titik pada dasar laut pada pukul t
 - h_t = Ketinggian permukaan air pasut pada pukul t

Sedangkan untuk peta bathymetri (kontur kedalaman) diperoleh dari data sekunder (LOFI, 2001)

3. Analisis Data Ombak dan Arus

➤ Tinggi dan periode ombak

Data yang diperoleh di lapangan digunakan untuk menghitung tinggi ombak rata-rata, tinggi ombak signifikan, periode rata-rata dan panjang ombak,

❖ Tinggi ombak : $H = \text{puncak} - \text{lembah}$

❖ Tinggi ombak rata-rata: $\bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_N}{N}$

❖ Periode ombak : $T = t/N$

❖ Panjang ombak : $L = 1,56 \times T^2$

di mana : t adalah waktu (s) dan N adalah jumlah pengamatan

➤ Kecepatan Arus

Untuk menghitung kecepatan arus yang diukur di lapangan menggunakan persamaan :

$$V = x/t \text{ (m/d)}$$

di mana : x adalah jarak (m) dan t adalah waktu (d)

Dari hasil pengukuran arah dan kecepatan arus kemudian dituangkan dalam peta pola arus pada daerah tersebut dengan memplot di peta sesuai dengan posisi, arah dan kecepatan dari hasil pengukuran.

4. Analisis Butiran Sedimen

Untuk memudahkan hasil perhitungan ukuran butir sedimen yang diperoleh dari ayakan dan metode pipet dalam satuan mm di konversi kedalam satuan ϕ (ϕ) dengan menggunakan persamaan (Pethick, 1984):

$$s = -\log_2 d$$

di mana : s adalah ukuran butir sedimen (ϕ) dan d adalah ukuran butir sedimen (mm)

➤ Parameter statistik ukuran butir

Adapun parameter statistik ukuran butir sedimen yang dihitung (Pethick, 1984) adalah

↻ Median diameter adalah nilai terbesar di mana 50% halus dan sebaliknya kasar :

$$Md = \left(\frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} \right)$$

↻ Skewness merupakan ketidaksimetrian dari suatu grafik sedimen :

$$Sk = \left[\frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2(\phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} \right] + \left[\frac{\phi_{95} - 2(\phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \right]$$

Jika Sk :	$1.00 - 0.30 \phi$	= very fine Skewed
	$0.30 - 0.10 \phi$	= fine Skewed
	$0.10 - (-0.1) \phi$	= near simetrical
	$(-0.1) - (-0.3) \phi$	= coarse skewed
	$(-0.3) - (-1) \phi$	= very coarse skewed
	$K > 3.00 \phi$	= extremely leptokurtic

⇒ Standar deviasi merupakan metode pemilahan keseragaman distribusi ukuran butir :

$$Sd = \left[\frac{(\phi_{25} - \phi_{15})}{4} \right] + \left[\frac{(\phi_{75} - \phi_{5})}{6} \right]$$

Jika Sd :	$< 0.35 \phi$	= sortasi sangat baik
	$0.3 - 0.50 \phi$	= sortasi baik
	$0.50 - 0.71 \phi$	= sortasi cukup baik
	$0.71 - 1.00 \phi$	= sortasi cukup
	$1.00 - 2.00 \phi$	= sortasi jelek
	$2.00 - 4.00 \phi$	= sortasi sangat jelek
	$> 4.00 \phi$	= sortasi amat sangat jelek

⇒ Koefisien sortasi merupakan tingkat keseragaman ukuran butir pada sedimen :

$$So = Q1/Q3 \text{ atau } So = \phi 25 / \phi 75$$

Jika S_o :	$< 2.50 \phi$	= sortasi baik
	$2.50 - 4.00 \phi$	= sortasi sedang
	$> 4.00 \phi$	= sortasi jelek

Hasil analisis besar ukuran butir sedimen pada tiap Stasiun ditabulasikan untuk membuat peta sebaran sedimen dengan menggunakan *software* Map Info 6.0.

➤ Analisis transpor sedimen

Sedangkan untuk analisis transpor sedimen terukur (sedimen yang terperangkap) digunakan persamaan :

$$Q = \sqrt{|Q_u - Q_s|^2 + |Q_t - Q_b|^2}$$

$$\alpha = \text{arc .tg} \frac{|Q_t - Q_b|}{|Q_u - Q_s|}$$

Dimana :

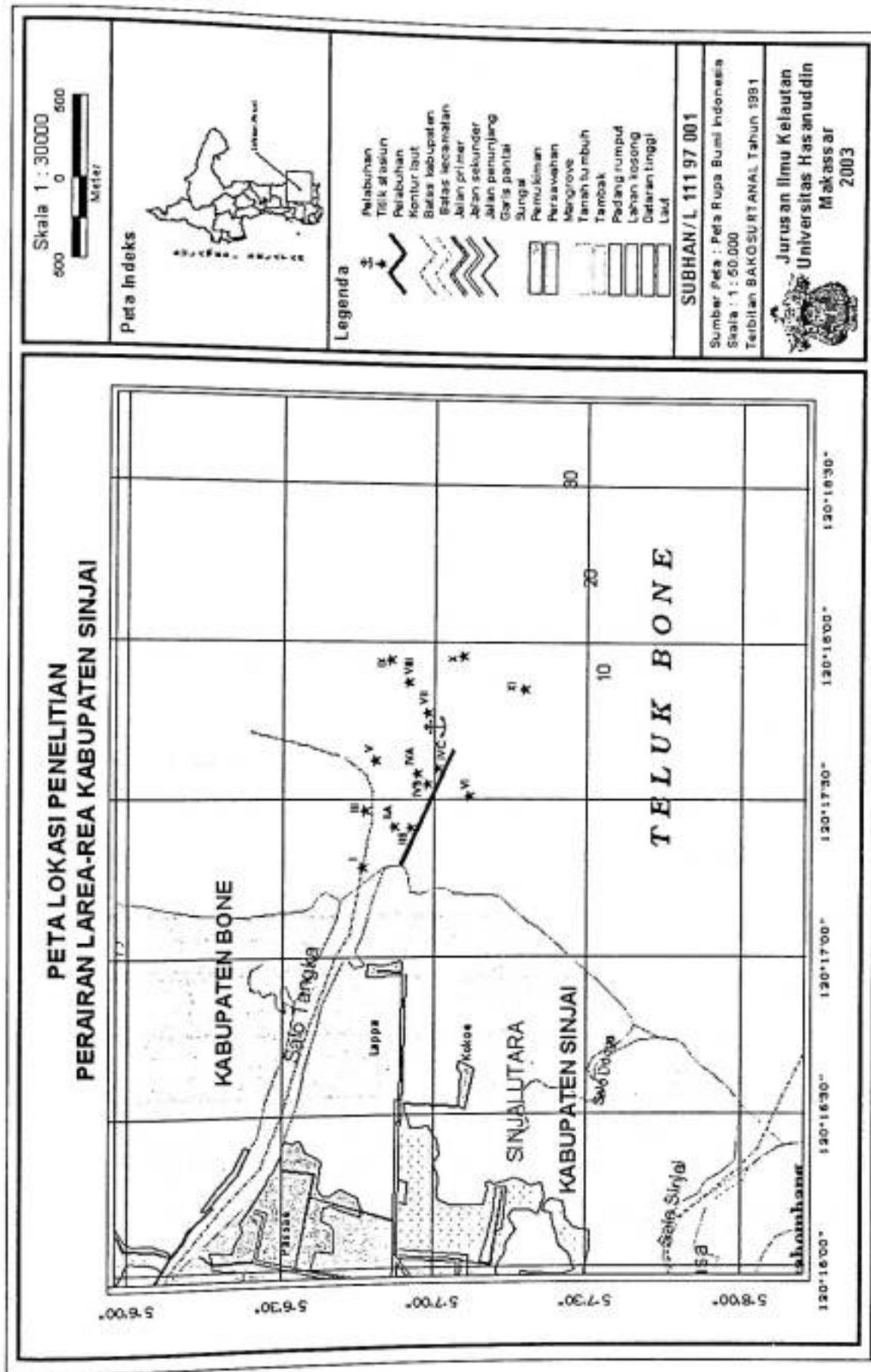
Q = besar angkutan sedimen (m^3/jam)

α = sudut resultan angkutan sedimen terhadap utara

Q_u, Q_s, Q_t, Q_b = sedimen yang masuk dalam alat perangkap sedimen pada empat arah (utara, selatan, timur, barat)

E. Penyusunan Laporan Akhir

Tahap akhir dari seluruh rangkaian penelitian ini adalah penyusunan skripsi sebagai laporan akhir didasarkan pada hasil pengumpulan data-data sekunder dan pengukuran data-data primer di lapangan, hasil analisa sampel serta hasil analisis/pengolahan data yang dijelaskan dan di bahas serta dijabarkan secara deskriptif dalam bentuk tabel, grafik dan gambar.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi

Sungai Tangka dan Pelabuhan Larea-rea terletak di dalam wilayah Kecamatan Sinjai Utara Kabupaten Sinjai. Sungai Tangka merupakan sungai yang membatasi antara Kabupaten Bone dan Kabupaten Sinjai. Lokasi penelitian adalah muara Sungai Tangka dan perairan Larea-rea dengan batasan posisi antara $120^{\circ} 16' 35'' - 120^{\circ} 18' 10''$ BT dan $5^{\circ} 6' 28'' - 5^{\circ} 7' 44''$ LS. Secara geografis lokasi penelitian ini dibatasi oleh :

- Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Kajuara (Kabupaten Bone)
- Sebelah Timur berbatasan dengan Teluk Bone
- Sebelah Selatan muara Sungai Mangottong Kecamatan Sinjai Timur

Sungai Tangka merupakan salah satu sungai yang terbesar di Kabupaten Sinjai yang memiliki panjang aliran ± 56 km dengan lebar rata-rata 100 m (Sinjai dalam angka 2002) serta banyak anak sungai yang bermuara di Sungai Tangka. Dengan kondisi ini menyebabkan sungai ini pada musim hujan banyak membawa material sedimen dalam jumlah besar ke daerah muara. Hal ini terlihat dengan tingginya proses sedimentasi pada daerah muara yang di pengaruhi oleh proses dinamika perairan dari Teluk Bone.

Sungai Tangka dan Perairan sekitar Pelabuhan Larea-rea berhadapan langsung dengan perairan Teluk Bone, sehingga angin yang berhembus dari Teluk Bone tidak

mengalami rintangan. Keadaan ini menyebabkan karakteristik parameter oseanografi (gelombang dan arus) di sekitar daerah ini sangat bervariasi tergantung dari perubahan musim.

Sampling penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober yang merupakan musim peralihan (transisi) sehingga faktor distribusi sedimen (tenaga hidrooseanografi) sangat bervariasi, di mana pada saat di laksanakan penelitian arah datang gelombang miring terhadap garis kontur pantai sehingga menyebabkan arus susur pantai, akan tetapi karena kuatnya aliran (debit) sungai menyebabkan terjadinya fluktuasi di daerah muara dan menyebabkan proses sedimentasi pada daerah tersebut.

Selain itu proses sedimentasi di daerah muara diduga juga di akibatkan oleh adanya pembangunan Pelabuhan Larea-rea di sebelah kanan muara Sungai Tangka dan juga tingkat kerapatan hutan mangrove di sepanjang pantai dan muara sungai sangat besar yang berfungsi sebagai peredam ombak dan juga perangkap sedimen.

Dinamika Fisika Oseanografi dan Hubungannya Dengan Karakteristik Sedimen

A. Arus

Arus yang terjadi pada daerah penelitian terdiri atas arus susur pantai (*longshore current*) yaitu arus yang dibangkitkan ombak setelah ombak pecah, yaitu yang terjadi pada daerah hampasan (*surf zone*) dan arus pasang surut (*tidal current*) yaitu arus yang dibangkitkan oleh pasang surut yang terjadi pada daerah ombak pecah. Pengukuran arus difokuskan pada arus pasang dan arus surut.

Pada penelitian ini pengukuran arus dilakukan dengan menggunakan layang-layang arus. Secara teknis pengambilan data arus di lapangan dilakukan secara intensif pada enam Stasiun pengamatan (6 Stasiun pemasangan sedimen trap) selama tiga hari pengukuran yaitu pada saat pasang dan surut. Hasil pengukuran secara lengkap disajikan pada (tabel 2) dan (Tabel 3).

Tabel 2. Hasil Pengukuran Arus Menjelang Pasang di Perairan Muara Sungai Tangka dan Perairan Sekitar Pelabuhan Larea-rea

Stasiun	v (m/det)	Arah (° N)	Keterangan
I	0,99	305	Menjelang pasang
IIA	0,34	297	
III	0,26	309	
IVA	0,31	286	
V	0,39	286	
VI	0,17	305	

Tabel 3. Hasil Pengukuran Arus Menjelang Surut di Perairan Muara Sungai Tangka dan Perairan Sekitar Pelabuhan Larea-rea

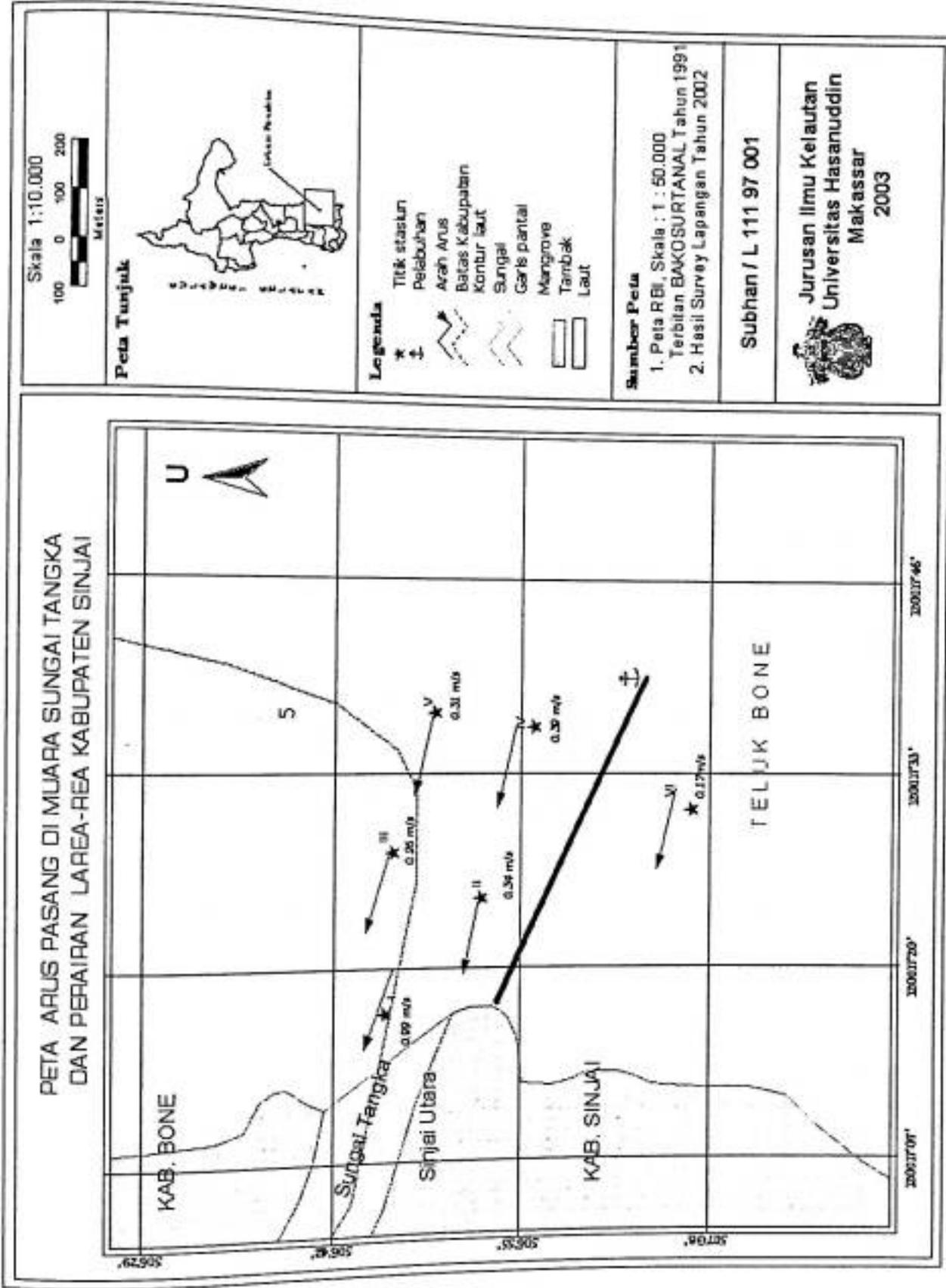
Stasiun	v (m/det)	Arah (° N)	Keterangan
I	0.34	94	Menjelang surut
IIA	0.27	96	
III	0.29	105	
IVA	0.27	112	
V	0.26	88	
VI	0.17	124	

Hasil analisa data lapangan pada pengukuran arus pasang (tabel 3) menunjukkan bahwa kecepatan arus permukaan rata-rata pada perairan di Muara

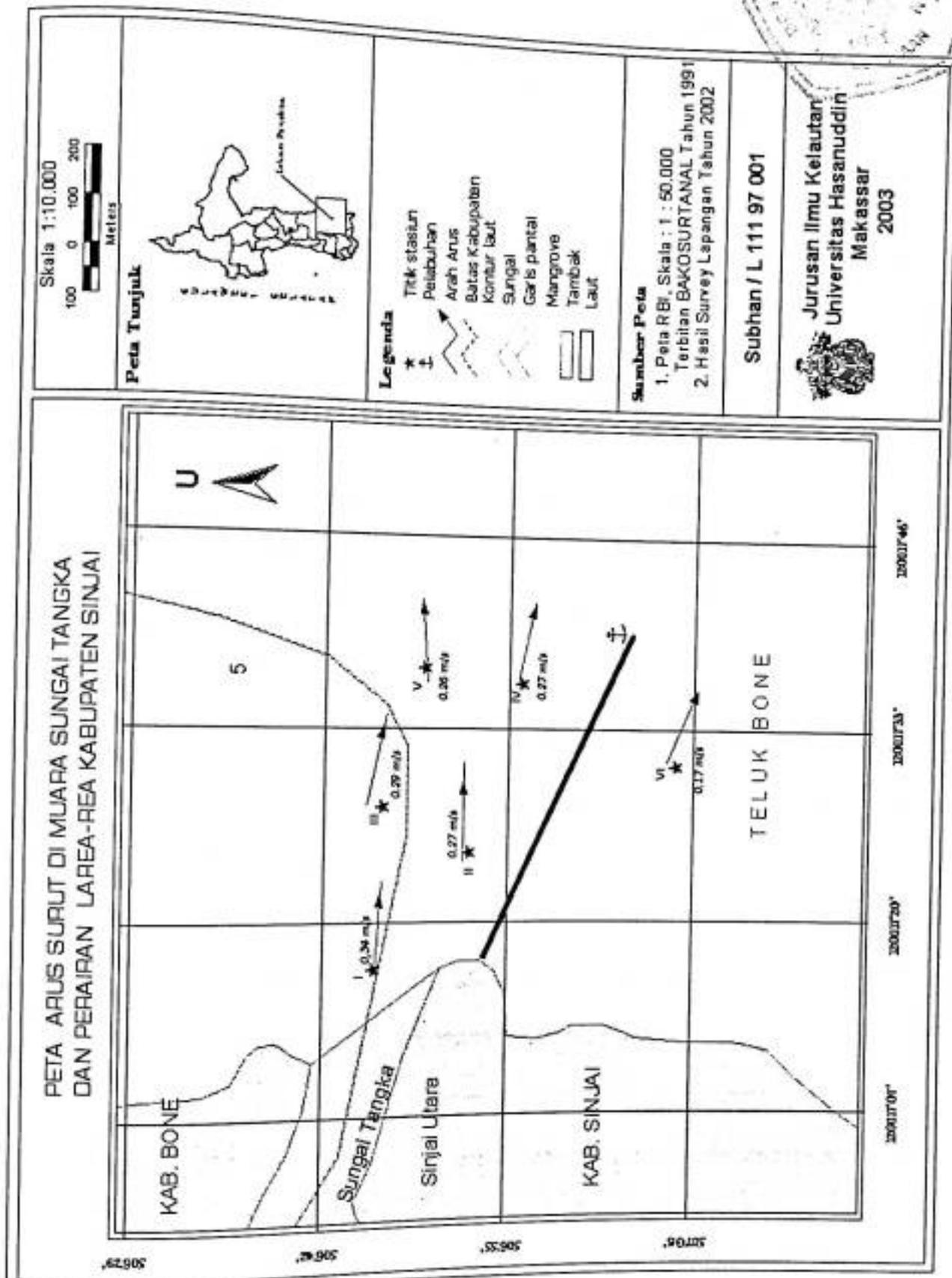
Sungai Tangka berkisar antara 0,17 – 0,99 m/det dengan arah yang relatif sama yakni menuju pantai. Kecepatan arus maksimum 0,99 m/det pada Stasiun I yang berhadapan langsung muara Sungai Tangka, sehingga arus yang ditimbulkan relatif cepat. Sedangkan arus minimum dengan kecepatan 0,17 m/det terdapat pada Stasiun IVA berada pada sisi kiri Pelabuhan Larea-rea hal ini diakibatkan oleh adanya arus dekat pantai yang ditimbulkan oleh adanya gelombang yang menuju pantai dengan membentuk sudut terhadap pantai sehingga pada saat pecah dapat menimbulkan arus sepanjang pantai (*longshore current*).

Kecepatan arus permukaan rata-rata pada saat surut berkisar 0,17 – 0,34 m/dt dengan arah yang relatif sama yaitu timur bergerak meninggalkan pantai. Kecepatan arus maksimum 0,34 m/dt terjadi pada Stasiun I yang berada pada mulut sungai sehingga arus relatif cepat karena pengaruh aliran sungai yang bergerak keluar. Sedangkan arus minimum terjadi pada Stasiun VI dengan kecepatan 0,17 m/dt. Arah arus dapat dilihat pada peta arah arus pasang dan arus surut (Gambar 2 dan 3)

Variatifnya kecepatan arus dengan arah yang sama pada tiap Stasiun pada saat pasang dan surut menunjukkan bahwa arus yang terjadi pada lokasi penelitian adalah arus mendatar karena lokasi penelitian yang cenderung dangkal dan juga pengaruh yang di bangkitkan oleh pasang surut (*tidal current*). Pada saat pasang arus akan bergerak ke arah pantai yang menyebabkan tertutupnya pantai oleh air laut (*flood tide*), sebaliknya pada saat surut aliran air sungai serta air yang berada pada muara sungai akan bergerak meninggalkan pantai (*ebb tide*) (Komar, 1976)



Gambar 2. Peta Arus Pasang di Muara Sungai Tangka dan Perairan Larea-Rea Kabupaten Sinjai



Gambar 3. Peta Arus Surut di Muara Sungai Tangka dan Perairan Larea-Rea Kabupaten Sinjai

Hal ini jelas terlihat pada areal dan mintakat yang dipengaruhi oleh arus pasang surut terlihat dengan terbentuknya *tidal flat* pada lokasi penelitian. Sedimentasi yang terjadi pada sisi kiri dan kanan muara sungai Tangka terutama partikel sedimen berukuran halus (lanau pasiran) yaitu pada Stasiun IIA dan III disebabkan oleh melemahnya kecepatan arus karena pertemuan arus dengan aliran sungai sehingga terjadi pembelokan arah arus, sehingga pada areal tersebut terjadi proses pengendapan sedimen yang berukuran halus yang disebabkan oleh arus sisa (arus residu). Sedangkan pada Stasiun yang lain khususnya Stasiun I terlihat bahwa kecepatan arus masih kuat sehingga dapat mengangkut material sedimen yang lebih halus sedangkan material yang agak kasar seperti pasir akan mengendap pada lokasi yang memungkinkan pengendapan yaitu pada saat pasang tinggi dan surut terendah karena pada saat tersebut kondisi perairan relatif tenang sehingga memungkinkan pengendapan material yang agak kasar.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Hutabarat dan Evans (1983) bahwa semakin jauh dari pantai maka ukuran sedimen yang didapatkan akan semakin halus, hal ini disebabkan karena sedimen berukuran halus terangkut oleh arus yang menyebabkan terbawa ke perairan dalam. Arah arus pada lokasi penelitian diketahui bahwa pada saat pasang arus bergerak ke arah barat menuju pantai sedangkan pada saat surut arus bergerak ke arah timur dan selatan meninggalkan pantai dengan kecepatan yang relatif lambat yaitu < dari 0,5 m/det kecuali Stasiun I yang disebabkan Stasiun tersebut berada di mulut muara sungai. Menurut Welly (1970) dalam Sosiawan (2000), lemahnya arus tersebut memungkinkan akan terjadi pengendapan pada

muara sungai karena kecepatan arus tidak cukup kuat untuk mengangkut partikel pasir. Sebaliknya partikel halus akan terangkut ke luar. Hubungan antara arus dan sebaran sedimen dapat dilihat pada (gambar 4).

Arus dalam hubungannya dengan angkutan sedimen akan terlihat pada pola sebaran sedimen dasar perairan. Hasil pengukuran angkutan sedimen selama dua hari pengamatan pada lokasi penelitian (tabel 4 dan 5), menunjukkan dari semua Stasiun didapatkan total transport sedimen berkisar $0,0003 \text{ m}^3/\text{hari}$ hingga $0,0017 \text{ m}^3/\text{hari}$. Jumlah total angkutan sedimen terbesar terjadi pada Stasiun V yaitu sebesar $0,0017 \text{ m}^3/\text{hari}$ dan jenis sedimen yang mendominasi adalah pasir halus sedangkan total angkutan sedimen terkecil terjadi pada Stasiun IVA sebesar $0,0003 \text{ m}^3/\text{hari}$ jenis sedimen yang terperangkap adalah pasir halus. Sedangkan arah transport total dapat dilihat pada peta arah transport sedimen. (gambar 5)

Tabel 4. Jumlah dan Arah Angkutan Sedimen Hari I di Muara Sungai Tangka dan Perairan Sekitar Pelabuhan Larea-rea

Stasiun	Jumlah Sedimen Dari Arah				Q (m^3/hari)	a ($^{\circ}$)
	Q _U	Q _S	Q _T	Q _B		
I	0.0001	0.0005	0.0004	0.0007	0.0005	223
IIA	0.0001	0.0002	0.0009	0.0013	0.0004	256
III	0.0010	0.0002	0.0004	0.0011	0.0011	313
IV	0.0008	0.0007	0.0010	0.0012	0.0003	338
V	0.0008	0.0013	0.0003	0.0006	0.0006	212
VIA	0.0007	0.0003	0.0002	0.0013	0.0012	342

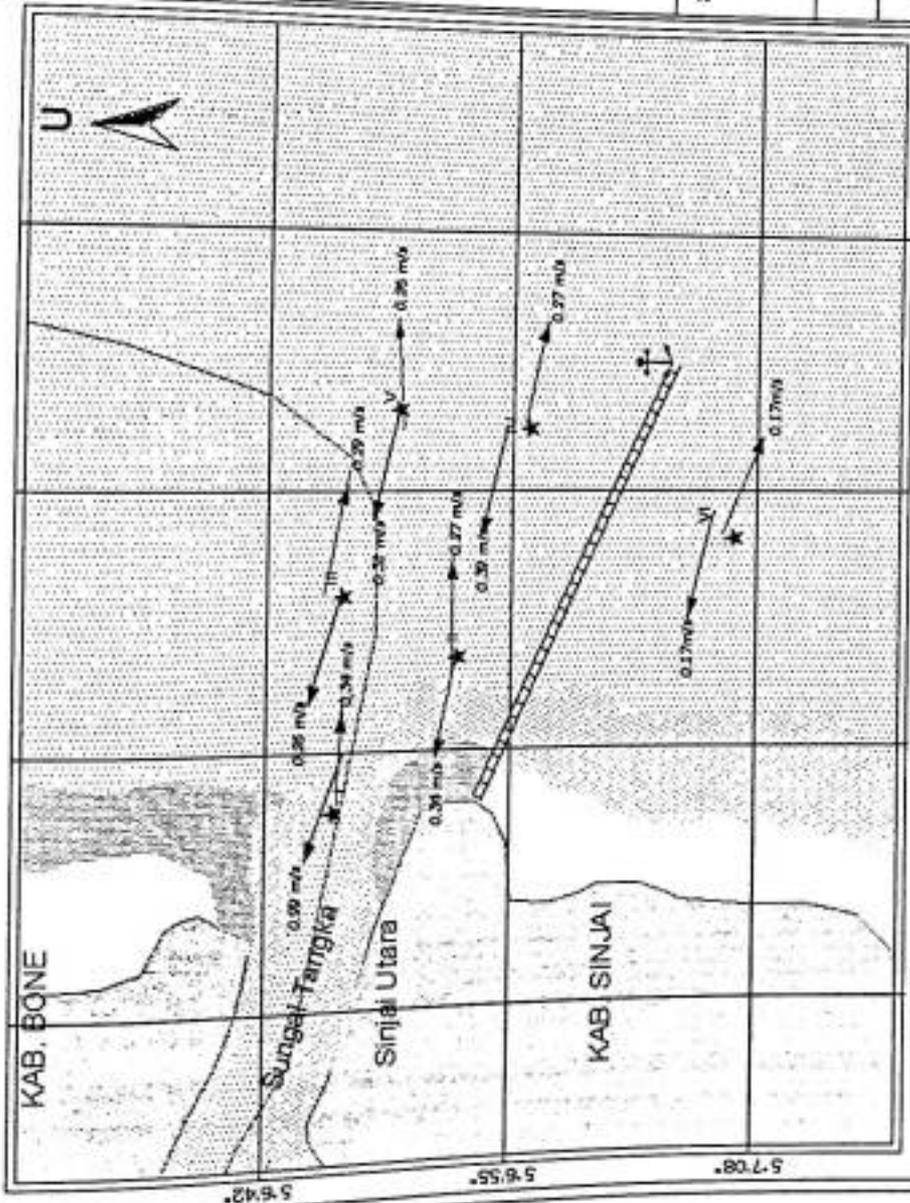
Tabel 5. Jumlah dan Arah Angkutan Sedimen Hari II di Muara Sungai Tangka dan Perairan Sekitar Pelabuhan Larea-rea

Stasiun	Jumlah Sedimen Dari Arah				Q (m ³ /hari)	a (°)
	Qu	Qs	Qr	Qa		
I	0.0009	0.0014	0.0006	0.0017	0.0013	244
IIA	0.0011	0.0013	0.0018	0.0010	0.0008	169
III	0.0003	0.0001	0.0006	0.0002	0.0005	70
IVA	0.0011	0.0007	0.0011	0.0019	0.0008	334
V	0.0021	0.0007	0.0019	0.0029	0.0017	307
VI	0.0014	0.0007	0.0004	0.0017	0.0015	333

Hasil penunjukan peta arah transpor menggambarkan bahwa angkutan sedimen pada lokasi penelitian justru didominasi dari arah barat dan selatan sedangkan angkutan sedimen dari sungai relatif kecil. Hal ini disebabkan oleh waktu pengukuran dilakukan pada musim peralihan (transisi) sehingga debit sungai yang keluar dan membawa material sedimen hasil erosi pada hulu sungai sangat kecil.

Pengangkutan sedimen di pantai dapat dilakukan oleh arus maupun ombak yang datang ke pantai atau oleh pasang surut, sedangkan material yang mengalami transportasi dapat berasal dari sungai yang bermuara di perairan tersebut, ini terlihat bahwa jumlah tangkapan sedimen yang terbesar umumnya terjadi pada Stasiun yang berhadapan dengan perairan terbuka sehingga angkutan sedimen yang terjadi pada daerah tersebut adalah angkutan ke arah susur pantai dan angkutan ke arah lepas pantai (Kramadibrata.1981). Angkutan ke arah lepas pantai terutama diakibatkan oleh arus bolak-balik dasar (*undertrow*) dan arus tolak pantai (*rip current*) (Komar, 1976), sedangkan angkutan sedimen terkecil umumnya terjadi pada mulut sungai ini disebabkan karena daerah tersebut terjadi interaksi sistem

PETA SEBARAN SEDIMEN DASAR AKIBAT ARUS PASANG DAN SURUT DI MUARA SUNGAI TANGKA DAN PERAIRAN LAREA-REA KABUPATEN SINJAI



Skala 1:10.000
100 0 100 200
Meters

Peta Tunjuk



Legenda

- Pelabuhan
- Arah arus surut
- Arah arus pasang
- Batas Kabupaten
- Kontur laut
- Sungai
- Garis pantai
- Pasir
- Lanau pasiran
- Pasir lanauan
- Mangrove
- Tambak
- Laut

Sumber Peta

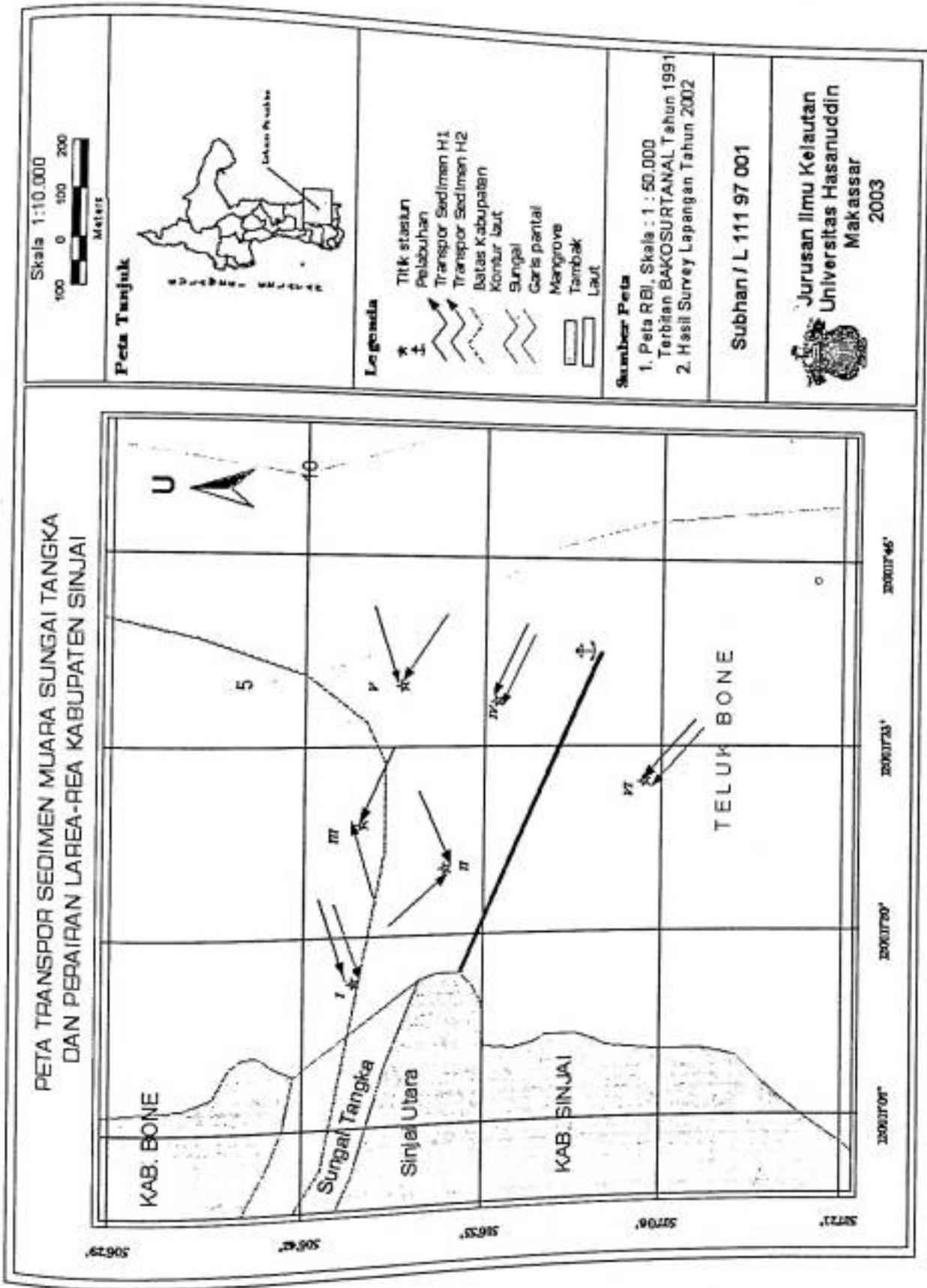
1. Peta RBI, Skala : 1 : 50.000 Terbitan BAKOSURTANAL Tahun 1991
2. Hasil Survey Lapangan Tahun 2002

Subhan / L 111 97 001



Jurusan Ilmu Kelautan
Universitas Hasanuddin
Makassar
2003

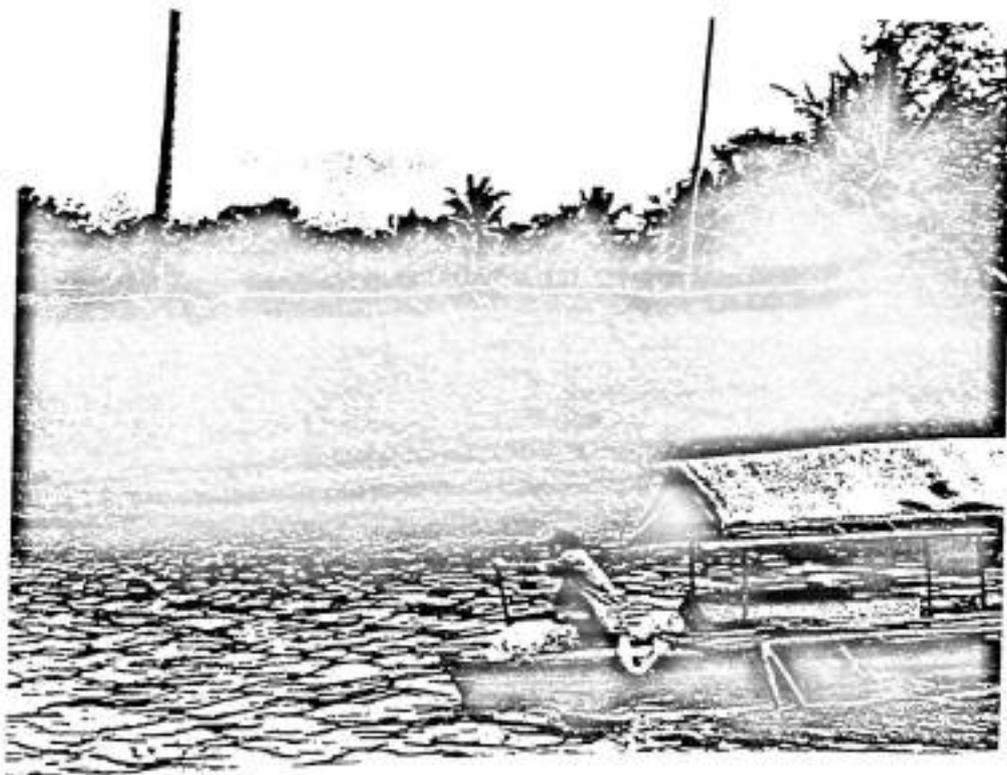
Gambar 4. Peta Sebaran Sedimen Dasar Akibat Arus Pasang dan Surut di Muara Sungai Tangka dan Perairan Larea-Rea Kabupaten Sinjai



Gambar 5. Peta Transport Sedimen di Muara Sungai Tangka dan Perairan Larea-Rea Kabupaten Sinjai

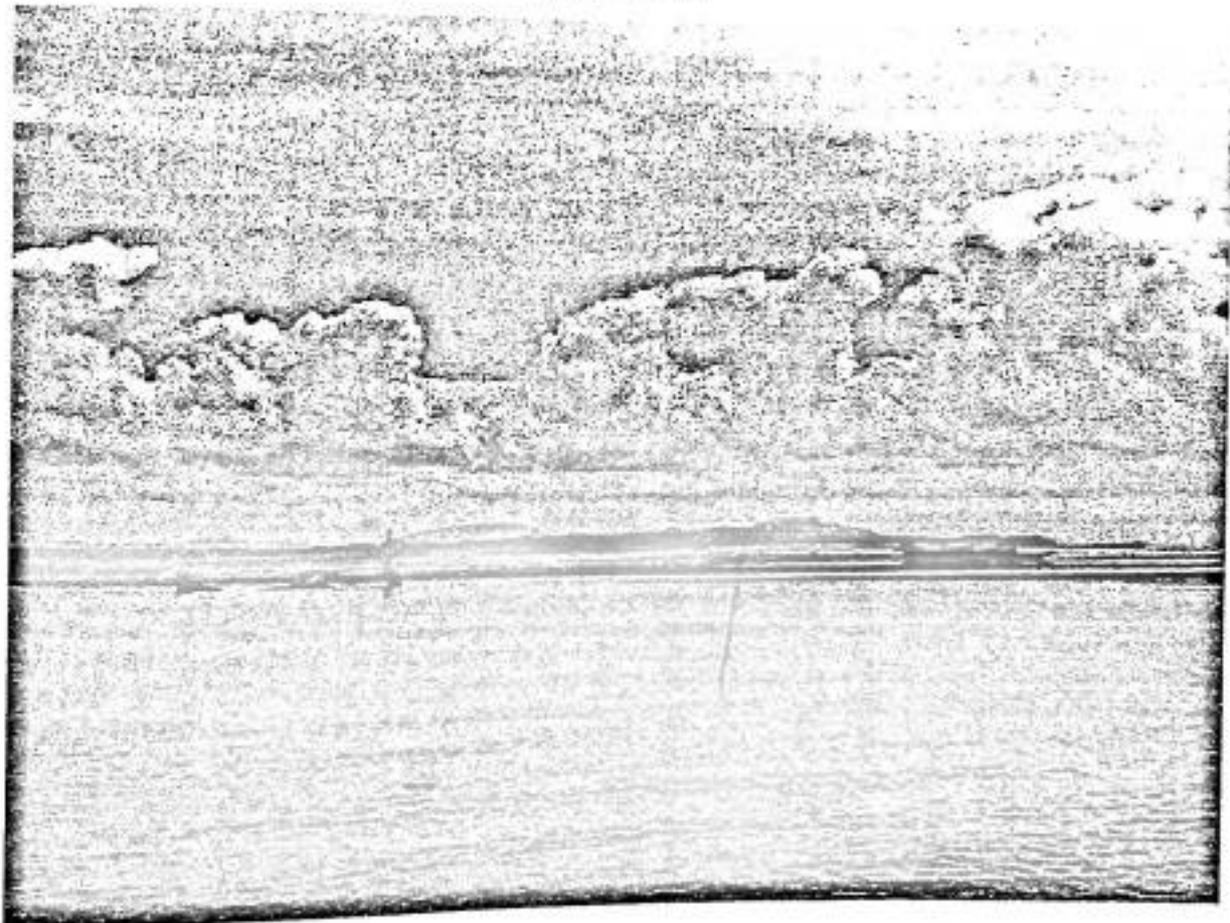
morfodinamik yang meliputi pola aliran sungai, kedalaman air, arus pasang surut, dan gelombang sehingga pengangkutan sedimen cenderung mengalami perubahan seiring dengan perubahan kondisi muara sungai.

Hal tersebut diasumsikan bahwa pada musim dengan curah hujan yang tinggi angkutan sedimen dari sungai terjadi dalam jumlah besar. Dari data sekunder yang didapatkan diketahui bahwa curah hujan tiap tahunnya relatif tinggi yaitu pada bulan Januari sampai Juli (Sinjai dalam Angka 2002) pada bulan ini terjadi banjir dan erosi pada hulu sungai dan material sedimen hasil erosi terangkut keluar selanjutnya kecepatan aliran air sungai mengerosi endapan sedimen yang ada pada muara sungai dan mengangkutnya sampai jauh ke perairan terbuka. (Gambar 6)



Gambar 6. Hasil Proses Erosi pada Daerah Hulu Sungai Tangka

Pada musim peralihan sedimen yang terangkut jauh keluar pada musim hujan (banjir), sebagai akibat pengaruh gelombang dan arus terutama arus pasang surut material sedimen tersebut terangkut kembali dan bergerak masuk ke daerah pantai dan muara sungai, namun arus yang membawa material tersebut relatif kecil dan adanya pertemuan arus dengan aliran sungai sehingga material sedimen terutama yang berukuran pasir halus mengendap di sisi kiri dan kanan muara sungai Tangka sehingga terlihat hamparan pasir yang luas pada sisi kanan muara sungai tangka yang umumnya didominasi oleh pasir halus (Gambar 7)



Gambar 7. Hamparan Pasir *Tidal Flat* pada Muara Sungai Tangka

Selanjutnya dikatakan bahwa sedimentasi akan lebih dominan terjadi apabila kekuatan arus atau gaya dari agen transportasi mulai menurun, sehingga berada di bawah titik daya angkutnya (Soewarno, 1991 dalam Rahman, A.,2001). Akibatnya meterial-material yang tersuspensi mulai terendapkan, kecepatan pengendapan suatu meterial sedimen tergantung dari gaya beratnya sehingga umumnya material yang mempunyai ukuran kasar akan diendapkan lebih cepat menyusul material yang lebih halus (Kramadibrata, 1985). Endapan material tersebut akan tersebar sepanjang perairan dan berubah pada kondisi-kondisi tertentu.

Hal tersebut diasumsikan bahwa sebaran sedimen pada muara sungai terutama pada daerah *tidal flat* akan berputar keluar masuk daerah muara sungai dan perairan sekitarnya dalam satu siklus musim yaitu musim peralihan dan musim kemarau sedangkan pada musim penghujan yang disertai dengan besarnya debit air akan mengangkut material sedimen ke laut lepas dan menggelontor sedimen yang ada pada muara sungai akibat aliran sungai yang cepat dan akan kembali terangkut ke daerah muara yang dibawa oleh arus pasang surut dan gelombang.

B. Gelombang

Pengukuran gelombang di perairan sekitar muara sungai Tangka dan perairan sekitar pelabuhan Larea-rea pada tiap Stasiun (I sampai VI) dengan waktu pengukuran pagi, siang dan sore untuk mendapatkan tinggi gelombang, periode gelombang, arah, panjang gelombang serta energi gelombang. Hasil pengukuran parameter gelombang ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 6. Hasil Analisis Parameter Gelombang

Stasiun	Parameter Gelombang					Keterangan
	H (m)	T (detik)	Arah ($^{\circ}$)	L (m/d ²)	E (Joule)	
I	0.27	3.2	220	15.97	89.30	Pagi
IIA	0.25	3.6	240	20.22	76.56	Pagi
III	0.3	3.8	222	22.53	110.25	Siang
IVA	0.31	3.7	220	21.36	117.72	Siang
V	0.25	4	224	24.96	76.56	Sore
VI	0.26	3.8	224	22.53	82.81	Sore

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa tinggi gelombang (H) pada lokasi penelitian yaitu berkisar 0,25 m hingga 0,31m. Periode ombak rata-rata (T) berkisar 3,2 hingga 4 detik, panjang gelombang berkisar 15,97 m/dt hingga 24,96 m/dt dengan energi gelombang 76,56 joule sampai 117,72 joule. Sedangkan arah datang ombak miring terhadap normal garis pantai.

Gelombang dengan ketinggian yang besar terjadi pada Stasiun IVA pada waktu siang yaitu pada saat menjelang pasang sedangkan gelombang dengan ketinggian yang kecil terjadi pada Stasiun IIA dan V pada waktu pagi dan sore (surut) dengan energi gelombang yang relatif kecil. Hal ini disebabkan oleh pengaruh kedalaman dan kelandaian dasar perairan, yaitu pada perairan yang dangkal dan landai tinggi gelombang relatif besar sedangkan pada perairan yang agak dalam cenderung mengalami penurunan energi serta ketinggian gelombang.

Menurut Carter (1988), jika suatu muka barisan gelombang datang dan membentuk sudut miring terhadap garis pantai yang mempunyai kemiringan dasar landai dengan kontur-kontur kedalaman sejajar dengan pantai, maka muka



gelombang akan berubah arah dan cenderung menjadi sejajar dengan garis pantai atau mengalami proses pembiasan. Selanjutnya arah perambatan gelombang berubah dengan berkurangnya kedalaman, sehingga dapat diamati bahwa muka gelombang cenderung sejajar dengan kedalaman. Hal ini disebabkan perubahan gelombang yang mengakibatkan perubahan kecepatan fasa gelombang. Bila keadaan pantai landai, ada kemungkinan bahwa gelombang tersebut tidak pecah tetapi pemantulan gelombang (*refleksi*).

Dari hasil penjelasan diatas menunjukkan bahwa gelombang yang terjadi di perairan muara Sungai Tangka dan sekitar Pelabuhan Larea-rea menjalar dari perairan dalam, ke perairan menengah dan selanjutnya ke perairan yang dangkal sehingga tinggi ombak mula-mula menurun di perairan menengah dan dangkal dan tiba-tiba pada perairan yang sangat dangkal tinggi gelombang membesar sampai terjadi pecah.

Ada tiga faktor utama yang mempengaruhi ukuran butiran endapan sedimen yaitu sumber material sedimen, tingkat energi gelombang dan kemiringan pantai. Kondisi lingkungan pantai akan menyeleksi ukuran butiran endapan sedimen yang memungkinkan tergantung pada kondisi spesifik pantainya. (Rachmanto.B 1999)

Gelombang yang terjadi pada muara sungai Tangka dan perairan sekitarnya membawa massa air disertai dengan terangkutnya sedimen dasar, pada saat gelombang pecah menimbulkan arus dan turbulensi yang sehingga terjadi pengadukan sedimen dan mengangkutnya sampai jauh tergantung dari kecepatan

arus. Gelombang pada lokasi penelitian bukan hanya mengangkat sedimen tetapi mempengaruhi sedimen dalam bentuk dan jenis serta ukuran akibat pengadukan yang disebabkan oleh gelombang tersebut.

Berdasarkan hasil analisis ukuran butir sedimen dengan menggunakan metode ayakan kering untuk jenis sedimen pasir (*sand*) dan metode pipet untuk jenis sedimen lanau (*silt*) dan lempung (*clay*) dari sampel sedimen yang diambil pada lokasi penelitian hasilnya disajikan dalam (tabel 7) berikut :

Tabel 7. Hasil Analisis Persentase Ukuran Butir Sedimen dan Megaskopis

Stasiun	Kedalaman (cm)	Prosentase Berat				Kelas Tekstur	Sedimen (Megaskopis)
		kerikil	Pasir	Lanau	Lempung		
I	144	-	97.89	1.25	0.86	Pasir halus (S)	Abu kehitaman, dan hasil dari fragmen batuan
IIA	147.7	-	97.61	1.25	1.14	Pasir halus (S)	
IIB	166.7	-	100	-	-	Pasir sangat halus (S)	
III	122.7	-	97.45	1.50	1.05	Pasir sangat halus (S)	
IVA	150.7	-	98.22	1.17	0.61	Pasir halus (S)	
IVB	141.7	-	98.82	0.70	0.47	Pasir halus (S)	
IVC	149.7	-	99.02	0.71	0.27	Pasir halus (S)	
V	105.7	-	97.88	1.07	1.06	Pasir halus (S)	
VI	77.7	-	98.66	0.78	0.56	Pasir halus (S)	
VII	302.7	-	99.31	0.66	0.04	Pasir halus (S)	
VIII	314.7	-	99.83	0.07	0.10	Pasir halus (S)	
IX	304.2	-	99.19	0.06	0.76	Pasir halus (S)	
X	211.7	-	99.04	0.57	0.39	Pasir halus (S)	
XI	200.7	-	98.38	0.93	0.69	Pasir halus (S)	

Tabel di atas bahwa persentase ukuran partikel sedimen pada masing-masing Stasiun pengambilan sampel (14 Stasiun) di dominasi oleh pasir dengan persentase 97,45 % hingga 100,0 % , sedangkan partikel lanau juga ditemukan pada masing-masing Stasiun namun dalam jumlah persentase yang kecil yakni 0,06 % hingga 1,50

%, dan untuk partikel lempung juga didapatkan pada semua Stasiun pengamatan dengan persentase 0,04 % hingga 1,14 %.

Klasifikasi tekstur ukuran butir sedimen yang diberikan oleh Folk (1968), sedimen pada daerah penelitian didominasi oleh pasir halus (Stasiun I, IIA, IVA, IVB, IVC, V, VI, VII, VIII, IX, X, dan XI) hingga pasir sangat halus (IIB dan III,) dengan warna yang hampir seragam yakni abu-abu kehitaman dan berupa fragmen batuan (metode megaskopis), ini diasumsikan bahwa warna tersebut menunjukkan proses pelapukan batuan akibat erosi pada daerah hulu yang merupakan daerah perbukitan terangkat sampai ke daerah muara sungai Tangka.

Sedimen tersebut sebagian besar menutupi daerah muara dan perairan sekitarnya terutama pasir halus pada daerah *tidal flat*. Hal ini sesuai dengan pernyataan King (1976), dalam Supriharyono (2000), yang mengemukakan bahwa pasir dan partikel sedimen yang berukuran kasar mengendap lebih cepat di perairan. Sedimen ini dapat mengendap dalam satu siklus pasang, sedangkan sedimen yang berukuran halus yaitu lanau dan lempung, kecepatan endapnya lebih lambat, tidak dapat mengendap dalam satu siklus pasang.

Dalam hubungannya dengan fenomena abrasi dan sedimentasi, proses sedimentasi pada Stasiun IIB dan III yang didominasi material sedimen sangat halus (lanau pasir) didukung oleh padatnya vegetasi mangrove yang efektif menangkap sedimen yang berukuran halus hingga partikel kasar. Hal ini dapat dilihat dengan keberadaan partikel jenis pasir halus dan pasir lanauan pada daerah muara sungai

yaitu sisi kiri dan kanan dimana pada daerah tersebut terdapat vegetasi mangrove dengan kepadatan yang tinggi.

Pengadukan oleh gelombang karena kondisi kedalaman yang relatif dangkal memperlihatkan sedimen tersortasi dengan baik dan keseragaman ukuran butiran sedimen relatif baik.

Menganalisis ukuran butir sedimen biasanya digunakan parameter statistik ukuran butir sedimen (Pethick, 1984) yang berupa *median diameter* (M_d), *skewness* (Sk), *standar deviasi* (Sd) dan *koefisien sortasi* (So). Hasil pengukuran besar butir sedimen dalam ukuran diameter (mm) dikonversi kedalam satuan ϕ . Adapun parameter statistik ukuran butir sedimen disajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Analisis Parameter Statistik Ukuran Butir pada Setiap Stasiun

Stasiun	Median (ϕ)	Sk (ϕ)		Sd (ϕ)		So (ϕ)	
		Nilai	Keterangan	Nilai	Keterangan	Nilai	Keterangan
I	1.9	0.13	very fine skewed	0.98	sortasi cukup	0.57	sortasi baik
IIA	1.7	-0.10	coarse skewed	1.32	sortasi jelek	0.43	sortasi baik
IIB	2.4	-0.12	coarse skewed	0.49	sortasi cukup baik	0.81	sortasi baik
III	2.7	0.25	very fine skewed	0.73	sortasi cukup	0.72	sortasi baik
IVA	1.5	0.16	very fine skewed	0.93	sortasi cukup	0.33	sortasi baik
IVB	1.9	-0.48	very coarse skewed	0.67	sortasi cukup baik	0.74	sortasi baik
IVC	1.5	0.28	very fine skewed	0.53	sortasi cukup baik	0.67	sortasi baik
V	2.1	-0.14	coarse skewed	0.71	sortasi cukup	0.65	sortasi baik
VI	1.9	0.10	near simetrical	0.58	sortasi cukup baik	0.70	sortasi baik
VII	1.3	-0.09	near simetrical	0.77	sortasi cukup	0.50	sortasi baik
VIII	2.0	-0.05	near simetrical	0.67	sortasi cukup baik	0.72	sortasi baik
IX	1.9	-0.04	near simetrical	0.68	sortasi cukup baik	0.70	sortasi baik
X	2.0	0.27	very fine skewed	0.48	sortasi baik	0.71	sortasi baik
XI	2.5	-0.02	near simetrical	0.68	sortasi cukup baik	0.72	sortasi baik

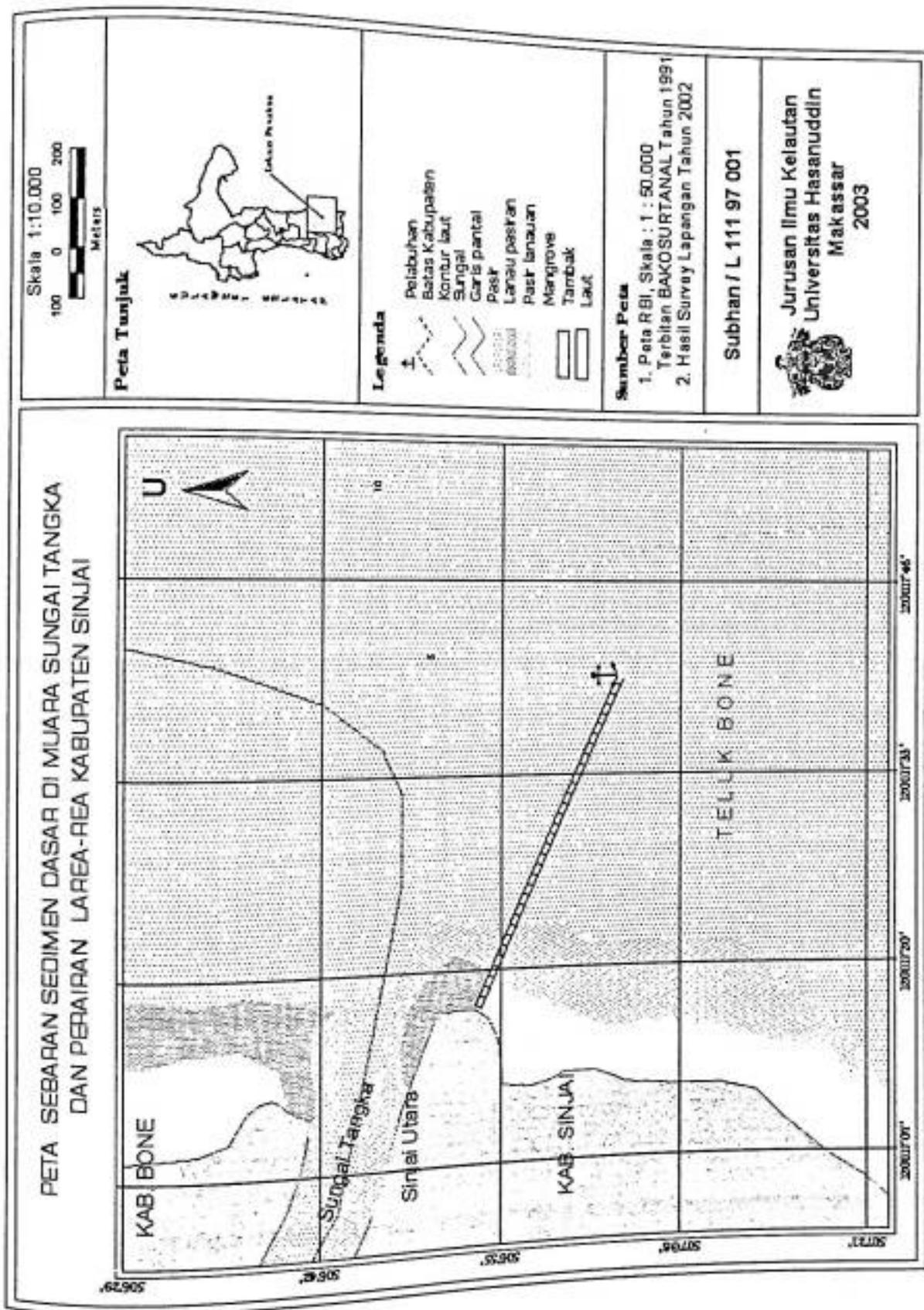
Besar butir rata-rata (*median diameter*) merupakan fungsi ukuran butir dari suatu populasi sedimen, di daerah penelitian pada umumnya ukuran butir berangsur menghalus ke arah laut lepas (Teluk Bone) dengan nilai antara 1,3 – 2,7 ϕ .

Skewness atau ketidaksimetrian dari suatu populasi sedimen mencirikan ke arah mana dominan ukuran butir dari populasi tersebut, mungkin simetri, condong ke arah sedimen berbutir kasar, atau condong ke arah kebutir halus. Nilai *skewness* positif menunjukkan suatu populasi sedimen condong berbutir kasar. Sebaliknya *skewness* negatif menunjukkan populasi sedimen condong berbutir halus. Sebagian besar nilai ketidaksimetrian sedimen dasar di lokasi penelitian umumnya condong negatif (halus) yaitu pada Stasiun IIA, IIB, IVB, VII, VIII, dan IX yang berada pada sisi kanan pelabuhan Larea-rea yang kondisi perairannya relatif tenang karena arus serta gelombang tertahan oleh pelabuhan tersebut. Selain itu sedimen yang berbutir halus juga berada pada Stasiun yang relatif dalam dan berhadapan dengan perairan terbuka. Sedangkan pada Stasiun I, III, IVA, IVC, VI, X dan XI nilai ketidaksimetrian condong positif (kasar) ini disebabkan oleh kondisi perairan pada Stasiun tersebut rentan terhadap pengaruh arus sungai yang membawa material sedimen pasir serta pengaruh gelombang. Selain itu ada beberapa Stasiun (X dan XI) sedimen pasir diperkirakan disuplai dari sungai Sinjai yang terletak tidak jauh dari lokasi penelitian yang juga memberi andil terhadap keberadaan sedimen di muara Sungai Tangka dan perairan sekitarnya. (perlu penelitian selanjutnya)

Pemilahan keseragaman distribusi ukuran butir sedimen pada lokasi penelitian dapat menunjukkan batas ukuran butir, tipe pengendapan, karakteristik arus pengendapan dari suatu populasi sedimen (Folk, 1968). Pada umumnya sedimen permukaan yang tersebar di muara sungai Tangka dan perairan sekitar pelabuhan Larea-rea umumnya tersortasi dengan baik dengan tingkatan sortasi baik (Tabel 8),

dengan nilai sortasi 0,32 hingga 0,81 ϕ . Hal ini relevan dengan pernyataan Block, (1986) yang mengemukakan bahwa sedimen di sepanjang pantai umumnya tersortasi dengan baik dimana partikel-partikel sedimen telah dipisah-pisahkan berdasarkan ukuran sebagai akibat dari aksi gelombang dan arus. Sedimen dengan nilai sortasi yang baik umumnya mengalami penyortiran oleh gelombang dan arus untuk jangka waktu lama.

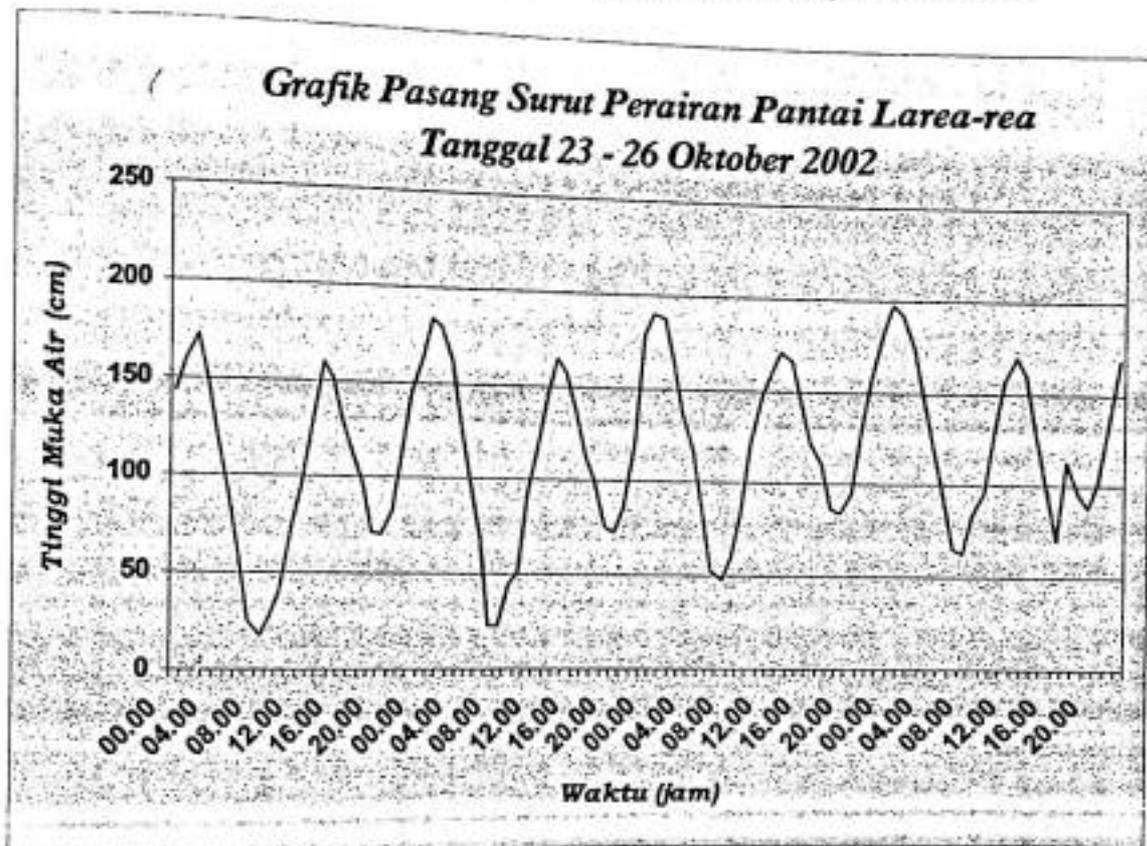
Untuk mengenal dengan mudah sebaran sedimen dasar perairan pada daerah penelitian dibuatkan peta sebaran sedimen (Gambar 8). Dari peta sebaran sedimen tersebut memperlihatkan bahwa pada Perairan Larea-rea di dominasi oleh pasir (*sand*) dan sedikit pasir lanauan pada sisi kiri dan kanan mulut muara sungai.



Gambar 8. Peta Sebaran Sedimen di Muara Sungai Tangka dan Perairan Larea-Rea Kabupaten Sinjai

C. Pasang Surut

Pengamatan pasang surut di lakukan selama 3 hari dengan interval waktu pengambilan data setiap jam. Hasil pengukuran pasang surut daerah penelitian (Lampiran. 1) disajikan dalam grafik pasang surut (gambar 9) di bawah ini :



Gambar 9. Grafik Pasang Surut pada Perairan Larea-rea

Gambar di atas menunjukkan bahwa pada perairan pantai Larea-rea, dalam satu hari (24 jam) terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dan kadang juga terjadi dua kali pasang dan satu kali surut dengan periode dan tinggi yang berbeda. Dari tipe pembagian pasang surut menurut Pariwono (1985) dalam Ongkosongo dan Suyarso (1989) tipe pasut pada daerah penelitian merupakan campuran condong kehariian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*).

Hasil analisis dengan metode 39 jam (Pariwono, 1985 *dalam* Ongkosongo dan Suyarso, 1989) diperoleh nilai MSL (muka air laut rata-rata) sebesar 127,7 cm. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada (lampiran 2). Nilai MSL ini digunakan sebagai koreksi terhadap kedalaman pada titik lokasi pengamatan.

Pengaruh pasang surut terhadap sebaran sedimen tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan arus dan gelombang. Namun pergerakan arus pada lokasi penelitian akibat pasang surut jelas terlihat di muara Sungai Tangka. Pada saat air pasang mengakibatkan volume air di muara meluap bersamaan itu material sedimen akan terangkut ke daerah muara demikian pula sebaliknya. Selain mempengaruhi angkutan sedimen, pasang surut juga mempengaruhi proses pengendapan terutama sedimen tersuspensi. Menurut Pritchard, (1969) *dalam* Triatmodjo bahwa pasang surut mempengaruhi evolusi sepanjang estuari dalam kualitas air berupa salinitas dan kekeruhan (sedimen suspensi), yaitu bergerak ke hulu pada waktu air pasang dan ke hilir pada waktu air surut. Konsentrasi dan posisi sedimen suspensi sangat tergantung pada variasi tinggi pasang surut dan debit sungai.

Selanjutnya Kaharuddin (1994) menyatakan bahwa pengaruh aktivitas pasang surut di daerah muara sungai sangat besar karena pasut bukan hanya merubah paras laut dengan merubah kedalamannya, melainkan dapat pula sebagai pembangkit arus yang dapat mentranspor sedimen. Selain itu pasut juga berperan terhadap proses pantai, seperti penyebaran sedimen dan abrasi pantai. Pasang naik akan menimbulkan gelombang laut dimana sedimen akan menyebar dekat pantai, sedangkan bila air surut akan menyebabkan majunya sedimentasi ke arah laut lepas.

D. Kedalaman

Pemeruman dilakukan untuk mengetahui kedalaman perairan pada lokasi penelitian. Hasil pemeruman pada lokasi penelitian disajikan pada (Tabel 9)

Tabel 9. Data Hasil Pengukuran Kedalaman

Jam	Stasiun	Dt(cm)	D (cm)
9.28	I	65	144
9.45	II A	70	147.7
9.55	II B	90	166.7
10.45	III	85	122.7
10.55	IV A	115	150.7
11.10	IV B	110	141.7
11.15	IV C	120	149.7
11.45	V	90	105.7
12.20	VI	80	77.7
9.00	VII	220	302.7
11.00	VIII	280	314.7
12.30	IX	310	304.2
1.20	X	240	211.7
1.45	XI	235	200.7

Dimana :

D : Kedalaman Hasil Koreksi

Dt : Kedalaman Saat Pengukuran

Tabel di atas menunjukkan bahwa kedalaman perairan hasil koreksi berkisar 77,7 cm hingga 314 cm. Hal tersebut menunjukkan bahwa kedalaman perairan di muara sungai Tangka dan Perairan Sekitarnya tidak merata secara gradual, kondisi dasar perairan yang relatif landai didominasi oleh pasir halus yang menutupi sebagian besar dasar perairan. Perairan dengan kedalaman besar terdapat di Stasiun VIII yang letaknya di perairan depan pelabuhan Larea-rea yaitu 314 cm atau 3,14 m. Pada Stasiun V dan VI di sisi kiri dan kanan pelabuhan Larea-rea kedalamannya relatif dangkal hal ini disebabkan oleh semakin bertambahnya material sedimen yang

terendapkan di daerah ini, seperti pada Stasiun V di Stasiun ini terdapat hamparan pasir (*tidal flat*). Keberadaan *tidal flat* ini cukup memberi pengaruh terutama stabilitas material sedimen, karena gelombang yang memasuki perairan dangkal akan mengalami perubahan energi dan tinggi gelombang. Gelombang mengalami hambatan berupa gesekan dengan dasar perairan. Hal ini menyebabkan gerak maju gelombang mengalami penurunan panjang dan energi. Akibatnya ketinggian ombak meningkat dan makin terjal (Komar, 1976)

Tingkatan sortasi yang baik ditemukan pada semua Stasiun yang umumnya didominasi oleh pasir berukuran halus dan sangat halus, ini disebabkan oleh kedalaman pada Stasiun pengamatan relatif dangkal yang memungkinkan gelombang melakukan pengadukan serta terjadinya pertemuan arus dari laut dan arus yang disebabkan oleh aliran sungai, meskipun ada beberapa Stasiun yang cukup dalam namun gelombang yang besar masih mampu melakukan pengadukan hingga ke dasar perairan sehingga memungkinkan penyeragaman ukuran partikel tertentu. Selain itu penyortiran partikel sedimen di semua Stasiun relatif baik namun standar deviasi (Sd) dari semua sampel sedimen menunjukkan bahwa nilai standar deviasi atau pemilahan keseragaman distribusi ukuran butir pada Stasiun IIA sortasinya jelek yaitu $1,32 \phi$, hal disebabkan oleh keadaan perairan perairan pada lokasi tersebut agak terlindung oleh pengaruh arus serta gelombang sehingga partikel sedimen yang berukuran halus banyak terendap di lokasi ini dan tidak terangkut oleh arus ke arah luar.

Pratikto, dkk (1996) mengemukakan bahwa gelombang utamanya lebih bersifat melepaskan material sedimen di dasar perairan dan mengaduknya sedangkan arus lebih bersifat memindahkan material sedimen ke tempat lain, sehingga keseragaman ukuran (nilai sortasi) sedimen di muara sungai Tangka dan perairannya di sekitarnya dipengaruhi oleh bervariasinya tenaga pengangkut sedimen.

Perbedaan kedalaman pada lokasi penelitian mempengaruhi sebaran sedimen dimana penambahan kedalaman seiring dengan menjauhnya sumber material sedimen dalam hal ini sungai dan daerah pantai. Selain itu aspek fisika oseanografi berupa pasang surut sebagai pembangkit arus dan gelombang sangat mempengaruhi dalam sebaran sedimen disamping karakteristik sedimen itu sendiri tanpa mengabaikan sedimen dengan topografi dasar perairan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dinamika Fisika Oseanografi (gelombang, arus, pasang surut serta kedalaman) mempengaruhi karakteristik sedimen di muara sungai Tangka dan perairan sekitarnya dalam bentuk ukuran sedimen, tekstur, transpor dan pola sebaran sedimen.
2. Persentase sebaran sedimen dasar pada perairan Larea-rea didominasi sedimen pasir (*sand*) yaitu pasir halus dan pasir sangat halus dan hanya sebagian kecil persentase lanau (*silt*) dan lempung (*clay*)
3. Proses sedimentasi di muara sungai Tangka dan perairan sekitar pelabuhan Larea-rea dipengaruhi oleh musim, pada musim hujan sedimen hasil erosi dan pelapukan batuan pada daerah hulu akan terangkut oleh aliran sungai dengan volume yang besar, namun akibat dinamika fisika oseanografi pada muara sungai maka terjadi pengendapan pada daerah muara dan perairan sekitarnya. Selanjutnya pada musim kemarau dinamika fisika oseanografi pada perairan lebih dominan maka sedimen akan kembali terangkut dan berputar pada daerah muara. (*Resedimentasi*)
4. Proses sedimentasi/pendangkalan pada daerah muara serta kondisi fisik perairan yang relatif berubah-ubah menyebabkan pesisir kabupaten Sinjai setiap tahunnya terancam banjir, akibat tertutupnya muara sungai oleh endapan sedimen.

Saran

Untuk lebih mengetahui kondisi secara lengkap mengenai proses sedimentasi di muara Sungai Tangka dan perairan sekitar pelabuhan Larea-rea Kabupaten Sinjai maka perlu diadakan penelitian lanjutan tentang :

1. Laju sedimentasi terutama sedimen tersuspensi dan laju angkutan sedimen dasar pada muara sungai Tangka dan Perairan sekitarnya.
2. Pola sebaran sedimen dasar perairan di muara sungai Tangka pada musim yang berbeda.
3. Kemungkinan adanya suplai sedimen dari beberapa sungai yang dekat dengan sungai Tangka terutama sungai Sinjai (Mangottong).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pengelolaan wilayah pesisir Sinjai, terutama yang berkaitan dengan pengelolaan Pelabuhan Larea-rea karena proses sedimentasi di muara Sungai Tangka akan memberi dampak negatif pada pelabuhan. Sebagai alternatif pemecahan masalah dengan melihat kondisi fisika oseanografi maka perlu dibuat tanggul (*jetty*) untuk mengurangi proses pendangkalan pada muara sungai Tangka dan diharapkan tidak terlalu memberi dampak signifikan di Pelabuhan Larea-rea.

DAFTAR PUSTAKA

- Carter R. W. G., 1993. *Coastal Environment*. Academic Press Inc, San Diego. USA
- Dahuri, R, dkk, 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. PT. Pradya Paramita. Jakarta.
- Folk, R. L, 1974, *Petrology of Sedimentary Rock*, Hemphill Publishing Co, Austin Texas.
- Foster, R.J., 1983. *General Geology*. Charles E. Merrill Publishing Company. New Jersey.
- Holme, N. A., and McIntyre, 1984. *Methods of The Study of Marine Benthos*. Balckwell Scientific Publication Inc. Polo. Alto, California, USA.
- Horikawa K., 1980. *Nearshore Dinamics and Coastal Processes*. University of Tokyo Press, Japan
- Hutabarat, S. dan S. Evans, 1984. *Pengantar Oseanografi*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Kaharuddin, 1994. *Marine Sediment and Preparation*. Jurusan Geologi Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Kimar. 2000. *Studi Geomorfologi Pantai Pulau Bauluang Kecamatan Mappakasunggu Kabupaten Takalar*. Skripsi Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Koesoemadinata, R.P., 1983. *Sedimentologi*. Himpunan Mahasiswa Geologi, Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Komar, P. D. 1976. *Beach Processes and Sedimentation*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. New Jersey. USA.
- Kramadibrata S., 1985. *Perencanaan Pelabuhan*. Ganeca Exact Bandung.
- Krumbein, W. C., and Sloss, L. L., *Statigraphy and Sedimentation*. Printice Hall Inc. Engelwood Cliffs, New Jersey.

- Lakhan V.C., A.S. Trenhaile, 1989. *Application in Coastal Modeling*. Departement of Geography, University of Windsor, Canada.
- Lukiyanto, 1996. *Studi Laju Sedimentasi di Kawasan Muara Sungai Jeneberang Kotamadya Ujung Pandang*. Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Mappa, H. Dan M.S. Kaharuddin, 1991. *Geologi Laut*. Teknok Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Nasrah, N. A. 2001. *Pengaruh Faktor Fisika Oseanografi Terhadap Transpor Sedimen Sepanjang Pantai Tanjung Katapang – Tanjung Labelang Kecamatan Mallusetasi Kabupaten Barru*. Skripsi. Ilmu Kelautan Unhas. Makassar.
- Nontji, A. 1987. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta.
- Nybakken, J.W, 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. PT Gramedia. Jakarta.
- Ongkosongo, O.S.R. dan Suyarso, 1989. *Pasang Surut*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Jakarta.
- Pethick, J. 1984. *An Introduction to Coastal Geomorphology*. A Member of the Hodder Headline Group. London.
- Pratikto, W. A., Armono, A. D., dan Suntoyo. 1997. *Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut*. BPFE – Yogyakarta.
- Rahman. A., 2001. *Pola Sebaran Sedimen Permukaan Dasar Pada Perairan Pantai Pasir Putih Kecamatan Bola Kabupaten Wajo*. Skripsi. Ilmu Kelautan UNHAS Makassar.
- Rachmanto, B. 1999. *Analisis dan Interpretasi Angkutan Sedimen di Pantai*. Laboratorium Sedimentologi Jurusan Geologi UNHAS. Makassar.
- Rasyid, A., dkk., (2001). *Laporan Kondisi Oseanografi dan Geomorfologi Pulau-pulau Sembilan Kabupaten Sinjai*. Laboratorium Fisika Oseanografi (LOFI), Jurusan Ilmu Kelautan, UNHAS
- Sosiawan, 2000. *Pola Sebaran Sedimen Dasar Pada Perairan Pantai Bonepute Kecamatan Larompong Selatan Kabupaten Luwu*. Skripsi Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin. Makassar

Supriharyono, M.S. 2000. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. PT Garamedia Pustaka Utama. Jakarta.

Thurman H. V., 1988. *Essential of Oseanography*. Merril Publishing Company, Columbus.

Triadmodjo, B. 1996. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.

----- 1986. *Pengantar Oseanografi*. Edisi Ke-Tiga. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

----- 2002. *Sinjai Dalam Angka*. BPS Kab. Sinjai