

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sungai Tallo adalah Sungai yang membelah Kota Makassar, sungai ini melewati 3 Kabupaten, yaitu Kabupaten Gowa, Maros dan Kota Makassar, bagian dari Sungai Tallo yang terletak di Kabupaten Gowa meliputi 17.057 Ha atau 41,85 % dari total luas Sungai Tallo. Bagian dari Sungai Tallo yang terletak di Kabupaten Maros meliputi 12.281 Ha atau 30,13 % dari total luas Sungai. Untuk Kota Makassar, sebagian besar wilayahnya masuk dalam Sungai Tallo dan merupakan muara dari Sungai ini yang menerima pengaruh dari berbagai kegiatan di wilayah hulu yang terletak di Kabupaten Maros dan Gowa.

Sungai mengangkut material yang terbawa oleh air dari hulu menuju hilir, material yang terbawa dan kemudian mengendap ini dinamakan sedimentasi. Muara yang terletak pada hilir sungai menampung sedimen yang terbawa air dari hulu, muara akan menjadi tempat pertemuan dari aliran sungai menuju laut. Berdasarkan 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 ke laut. Ketidak-lancaran pembuangan tersebut dapat mengakibatkan banjir di daerah sebelah hulu muara (Triatmodjo, 1999).

Muara sungai Tallo mempunyai nilai ekonomi yang sangat besar bagi masyarakat sebagai wahana transportasi, sumber pencarian nafkah, maupun tempat tinggal bagi makhluk hidup yang berada di tempat tersebut. Muara sangat terpengaruh dengan sedimentasi, yang dapat menghambat alur aliran sungai dan merusak kehidupan biota tersebut.

Sungai Tallo salah satu dari beberapa aliran sungai yang berperan



dali banjir di kota Makassar, Maros, dan Gowa. Aliran sungai sebagai pembawa debit air agar alur aliran tetap terkontrol, debit air naik saat banjir, namun akibat adanya angkutan ergerus maka terjadi endapan, sehingga sungai Tallo tidak an tugasnya dengan baik.

Melihat permasalahan yang telah disebutkan diatas, kami merasa penelitian ini menjadi sangat penting untuk dilakukan guna mengetahui bagaimana pergerakan sedimen yang berada di bawah muara sungai jeneberang dan mengangkat masalah tersebut kedalam penulisan tugas akhir dengan judul :

## **“DISTRIBUSI KARAKTERISTIK SEDIMEN DI MUARA SUNGAI (STUDI KASUS MUARA SUNGAI TALLO)”**

### **1.1.1 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang terkait, maka penelitian ini dilaksanakan dalam upaya mencari :

1. Bagaimana pola distribusi butiran sedimen di muara sungai Tallo
2. Bagaimana parameter statistik butiran sedimen di muara sungai Tallo

### **1.1.2 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis Karakteristik butiran sedimen di muara sungai Tallo
2. Mengetahui Pola sebaran parameter statistik butiran sedimen di muara sungai Tallo
3. Mengetahui nilai Mean, sorting, skewness dan kurtosis di muara sungai Tallo

### **1.1.3 Manfaat penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan referensi terkait permasalahan yang terjadi pada muara sungai khususnya muara sungai Tallo.

### **1.1.4 Batasan Masalah**

Agar penelitian berjalan dengan baik dan terarah, maka penulis memberikan



terbatas dalam melaksanakan penelitian, sebagai berikut:

1. Lokasi pengambilan data adalah di muara Sungai Tallo

2. Jenis sedimen yang diambil adalah sedimen dasar (*bed laod*).

3. Waktu pengambilan saat Surut

## 1.2 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Secara geografis Daerah Pengaliran Sungai (DPS) Tallo adalah Sungai yang membelah Kota Makassar, sungai ini melewati 3 Kabupaten, yaitu Kabupaten Gowa, Maros dan Kota Makassar, bagian dari Sungai Tallo yang terletak di Kabupaten Gowa meliputi 17.057 Ha atau 41,85 % dari total luas Sungai Tallo. Bagian dari Sungai Tallo yang terletak di Kabupaten Maros meliputi 12.281 Ha atau 30,13 % dari total luas Sungai.

### 1.2.1 Keadaan Topografi dan Klimatologi

Sungai Tallo memiliki panjang sungai 10 km, dimulai dari sungai moncongloe dan pegunungan pangkalaeng. Daerah pengaliran sungai Tallo terletak pada ketinggian antara +0 m sampai dengan +1.100 m (3.600 ft) dari permukaan air laut dengan bentuk wilayah berkelok-kelok, datar, bergelombang, sampai berbukit. Elevasi tertinggi berada di pegunungan Pangkalaeng

Area dataran rendah DPS Tallo tersebar pada daerah hilir (Kota Makassar) sampai Kabupaten Gowa. Aliran utama sungai Tallo saat ini berupa aliran alamiah dengan beberapa bagian sungai yang mempunyai perlindungan banjir pada sisinya, terdapat banyak pohon Mangrove juga di sisinya.

Kondisi iklim pada DPS Tallo secara keseluruhan berada di daerah iklim tropis yang menunjukkan temperature udara yang sangat tinggi dengan variasi yang kecil sepanjang satu tahun dan perbedaan yang sangat kecil pula antara musim kemarau dan musim hujan dalam satu tahun.

### 1.2.2 Kondisi Sosial

Sungai Tallo adalah sungai alami yang menerima buangan air dari saluran drainase dan irigasi di Kota Makassar. Selain itu, ada bendung di Nipah-nipah, Kota Makassar, yang memberikan air kepada saluran irigasi persawahan di Kota Makassar dan sekitarnya, serta digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga air (PLTA).



#### Muara

Sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan antara didefinisikan sebagai wilayah pesisir semi tertutup dan aliran air tawar dari daratan serta mempunyai

hubungan bebas dengan laut terbuka. Wilayah ini mempunyai karakteristik yang berbeda dengan laut maupun perairan air tawar. Salinitas air di wilayah ini sangat bervariasi karena adanya pengaruh air laut dan air tawar tersebut. Bercampurnya kedua jenis air tersebut dipengaruhi pasang surut yang berlangsung secara berkala yang juga membawa zat hara.

Muara Sungai atau estuaria adalah perairan yang semi tertutup yang berhubungan bebas dengan laut, sehingga air laut dengan salinitas tinggi dapat bercampur dengan air tawar. Muara sungai berfungsi sebagai penghubung antara sungai dan laut, pada daerah ini terjadi pertemuan antara arus sungai dan juga arus laut. Pertemuan arus ini nantinya akan menyebabkan terjadi proses sedimentasi pada muara sungai. Sedimen yang terakumulasi nantinya akan mengalami proses transport yang disebabkan oleh pengaruh arus diperairan.

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

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



at air surut

en dasar yang terbawa ke dalam dan mengendap pada bagian sungai pasang surut akan terbawa ke dalam

termasuk juga sedimen layang yang telah menggumpal mengendap menjadi sedimen dasar

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

#### 1.4 Morfologi Muara Sungai

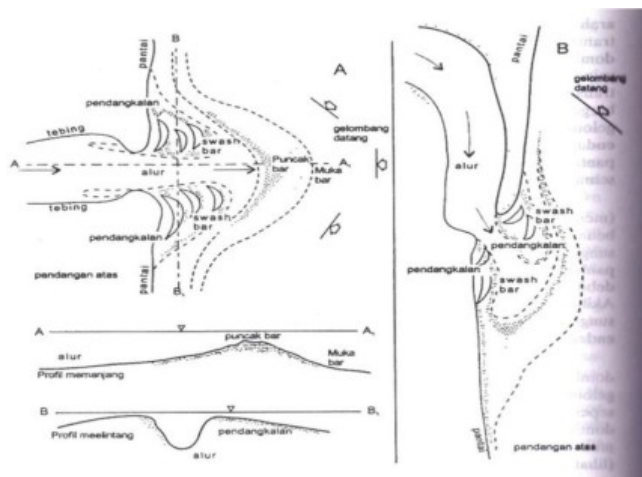
Muara sungai dapat dibedakan dalam tiga kelompok yang tergantung pada faktor dominan yang mempengaruhinya yaitu gelombang, debit sungai, dan pasang surut (Nur Yuwono, 1994). Menurut Bambang Triatmojo (1999), pada suatu muara sungai biasanya terdapat satu faktor yang lebih dominan dari yang lainnya.

##### 1. Muara yang didominasi gelombang laut

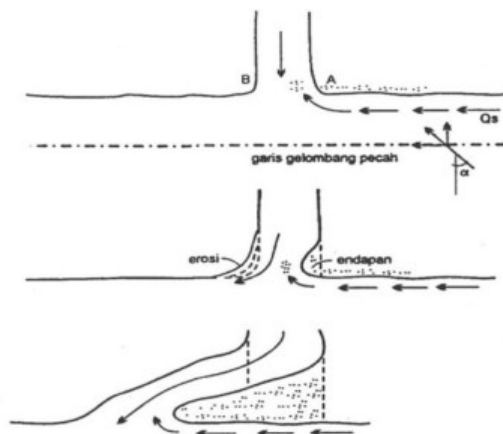
Pola sedimentasi muara sungai yang didominasi oleh gelombang tergantung pada arah gelombang. Apabila gelombang dominan relative tegak lurus terhadap muara pola sedimentasi dapat terlihat pada Gambar 1. Apabila arah gelombang dominan membentuk sudut terhadap pantai maka terjadi penutupan muara yang arah menutupnya sesuai



arah gerakan pasir sepanjang pantai sebagaimana yang terlihat pada gambar 2.



**Gambar 1.** Proses pembentukan endapan di mulut sungai  
Sumber. Triatmojo, 1999



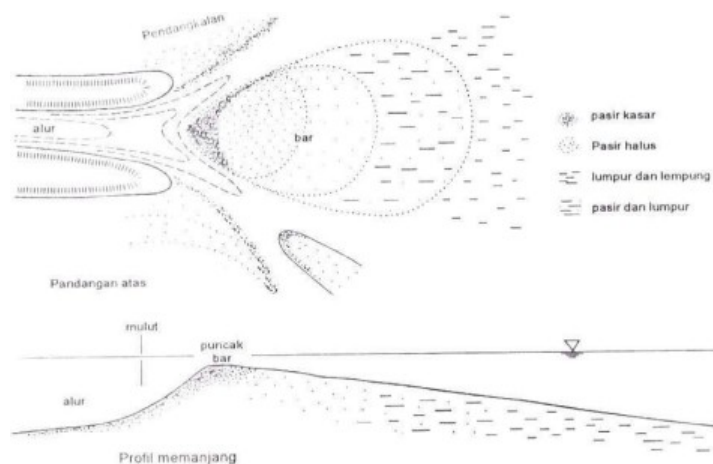
**Gambar 2** Muara yang didominasi gelombang laut  
Sumber. Triatmojo. 1999



ang Didominasi Debit Sungai

ini terjadi pada sungai dengan debit sepanjang tahun besar yang bermuara di laut dengan gelombang relatif Sungai tersebut membawa angkutan sedimen dari hulu besar. Sedimen yang sampai di muara sungai akan sedimen suspensi dengan diameter partikel sangat

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



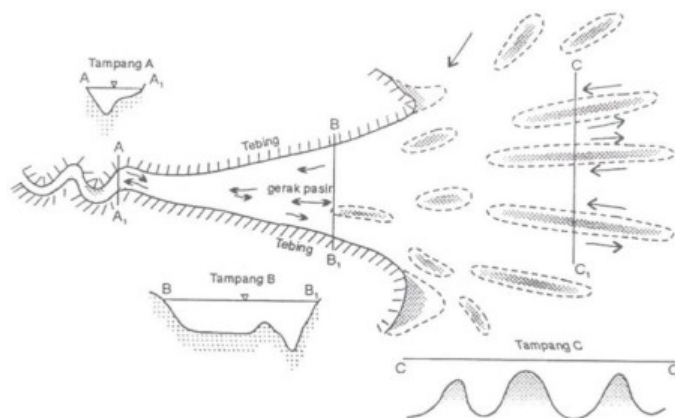
**Gambar 3** Muara yang didominasi debit sungai  
Sumber. Triatmojo. 1999



ang Didominasi Pasang Surut

a tinggi pasang surut cukup besar, volume air pasang masuk ke sungai sangat besar. Air tersebut akan

berakumulasi dengan air dari hulu sungai. Apabila waktu air surut, volume air yang sangat besar tersebut mengalir keluar dalam periode waktu tertentu yang tergantung pada tipe pasang surut. Dengan demikian kecepatan arus selama air surut tersebut besar, yang cukup potensial untuk membentuk muara sungai. Muara sungai tipe ini berbentuk corong atau lonceng dimana angkutan sedimen berasal dari sungai dan laut dengan beberapa endapan terjadi di muara.



**Gambar 4** Muara yang didominasi pasang surut. Sumber. Triatmojo. 1999

## 1.5 Sedimentasi

### 1.5.1 Pengertian Sedimentasi

Dalam kehidupan sehari-hari kata sedimen banyak sekali pengertiannya disini diterangkan tentang beberapa pengertian sedimen dan sedimentasi. Dalam kaitannya dengan sedimen dan sedimentasi beberapa ahli mendefinisikan sedimen dalam beberapa pengertian.



menyatakan bahwa sedimen adalah pecahan, mineral, organik yang ditransportkan dari berbagai sumber dan media udara, angin, es, atau oleh air dan juga lainnya material yang diendapkan dari material yang air atau dalam bentuk larutan kimia. Sedangkan Gross mendefinisikan sedimen laut sebagai akumulasi dari mineral-

mineral dan pecahan-pecahan batuan yang bercampur dengan hancuran cangkang dan tulang dari organisme laut serta beberapa partikel lain yang terbentuk lewat proses kimia yang terjadi di laut.

Sedimentasi adalah masuknya muatan sedimen ke dalam suatu lingkungan perairan tertentu, melalui media air dan diendapkan didalam lingkungan tersebut, sedangkan sedimen adalah bahan utama pembentuk morfologi (topografi dan bathimetri) pesisir (*Bambang Triatmojo*, 1999). Pada mulut sungai pengendapan disebabkan oleh kecilnya kapasitas transpor karena kecilnya kecepatan aliran akibat pertemuan dengan laut. Perubahan morfologi pesisir terjadi sebagai akibat perpindahan sedimen yang berlangsung melalui mekanisme erosi, pengangkutan (*transport*) dan pengendapan (*deposition*). Sedimen yang dipindahkan adalah sedimen yang terletak pada permukaan dasar perairan.

Menurut H. R. Mulyanto, ada 3 macam angkutan sedimen yang terjadi di dalam alur sungai yaitu :

1. *Wash load* atau sedimen cuci terdiri dari partikel – partikel lanau dan debu yang terbawa masuk ke dalam sungai dan tetap tinggal melayang sampai mencapai laut atau genangan air
2. *Suspended load* atau sedimen layang terutama terdiri dari pasir halus yang melayang di dalam aliran karena tersangga oleh turbulensi aliran air.
3. *Bed load* atau angkutan dasar di mana material dengan besar butiran – butiran yang lebih besar akan bergerak menggelincir atau *translate*, menggelinding atau *rotate* satu di atas yang lainnya pada dasar sungai.



1 (1975) menyatakan bahwa cara transportasi aliran air dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu :

1. *Transportasi Sedimen Dasar (Bed Load Transport)*

Angkutan ini, terjadi pada suatu kondisi kecepatan aliran relatif rendah, yang mampu menggerakkan butiran yang

semula dalam keadaan diam akan menggelinding dan meluncur di sepanjang dasar saluran.

2. **Angkutan Sedimen Loncat (*Saltation Load Transport*)**

Pada kecepatan aliran yang lebih tinggi, butiran-butiran sedimen akan membuat loncatan-loncatan pendek meninggalkan dasar sungai, karena gaya dorong yang bekerja terhadap butiran makin besar. Kemudian butiran tersebut kembali ke dasar sungai atau melanjutkan gerakannya dengan membuat loncatan-loncatan yang lebih jauh.

3. **Angkutan Sedimen Layang (*Suspended Load*)**

Jika kecepatan aliran ditingkatkan lebih besar lagi, maka gerakan loncatan tersebut akan sering terjadi, sehingga apabila butiran tersebut oleh arus utama atau oleh gerakan aliran turbulen ke arah permukaan, maka butiran akan tetap bergerak ke dalam arus aliran air untuk selang waktu tertentu yang dapat diamati.

### 1.5.2 Karakteristik Sedimen

Sedimen dicirikan atau dikarakterisasi menurut sifat-sifat alami yang dimilikinya, diantaranya ukuran butir (*grain size*), densitas, kecepatan jatuh, komposisi, porositas, bentuk dan sebagainya. Dalam studi angkutan sedimen, ukuran butir merupakan karakter sedimen yang sangat penting karena dipakai untuk merepresentasikan resistensinya terhadap agen pengangkut. Berdasarkan ukuran butirnya, sedimen digolongkan menjadi: lumpur (*mud*), pasir (*sand*), kerikil (*gravel*), koral (*pebble*), cobble, dan batu (*boulder*). Klasifikasi tersebut mengikuti



orth. Klasifikasi sedimen menurut ukuran butirnya orth dapat di lihat pada Table 2.1. (*Bambang Triatmojo,*

terhadap contoh sedimen sangat berguna untuk at fisik sedimen serta komposisi kandungannya.

Interpretasi terhadap informasi tentang sifat fisik dan komposisi kandungan sedimen sangat penting untuk dikembangkan menjadi kajian lanjut antara lain untuk analisis dinamika bathimetri, ketahanan tanah, potensi penambangan atau pencemaran. Sedimen yang berukuran besar cenderung resisten terhadap gerakan arus. Jika kekuatan arus cukup besar, sedimen tersebut cenderung terangkut dengan kontak yang kontinu (menggeling, meluncur atau melompat – lompat) dengan dasar perairan. Sedimen yang berukuran lebih kecil cenderung terangkut sebagai suspensi dengan kecepatan dan arah mengikuti kecepatan dan arah arus.

Distribusi ukuran butir biasanya dianalisis dengan saringan dan dipresentasikan dalam bentuk kurva persentase berat yang pada umumnya mendekati distribusi log normal, sehingga sering digunakan pula skala satuan phi, yang didefinisikan sebagai :

$$\phi = -\log_2 d \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Sehingga,

$$d = 2^{-\phi} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Ukuran butir median d50 adalah yang paling banyak digunakan untuk ukuranbutir pasir.

Untuk mengukur derajat penyebaran ukuran butir terhadap nilai reratasering digunakan koefisien S0 yang didefinisikan sebagai:

$$M_z = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3}$$

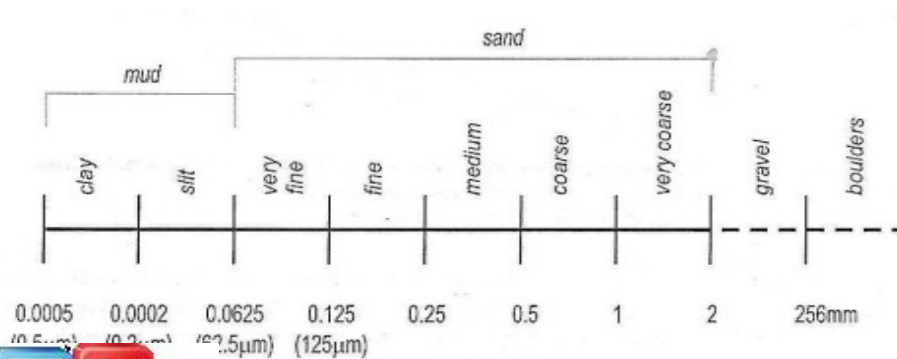


Butir Rata-rata (Mean)

s<sub>4</sub>: Nilai Phi pada persentil ke-16, ke-50 (Median), dan ke-84.

**Tabel 1** Klasifikasi diameter butir sedimen (Bambang Triatmojo, 1999)

Klasifikasi		Diameter Partikel	
		mm	Satuan phi
Batu		256	-8
Cobble		128	-7
Koral (Pebble)	Besar	64	-6
	Sedang	32	-5
	Kecil	16	-4
	Sangat kecil	8	-3
Kerikil		4	-2
Pasir	Sangat kasar	2	-1
	Kasar	1	0
	Sedang	0,5	1
	Halus	0,25	2
	Sangat Halus	0,125	3
Lumpur	Halus	0,063	4
	Kasar	0,031	5
	Sedang	0,015	6
	Halus	0,0075	7
Lempung	Sangat Halus	0,0037	8
	Kasar	0,0018	9
	Sedang	0,0009	10
	Halus	0,0005	11
	Sangat Halus	0,0003	12



Wentworth untuk klasifikasi sedimen berdasarkan ukuran butiran  
Sumber: Poerbondo dan Eka Djunarsjah, 2005

Menurut Dyer (1986) dari ukuran partikel sedimen dapat menentukan lingkungan sedimentasi dan analisis fisik sedimen dengan pendekatan parameter statistik yakni standar deviasi (sorting), kecondongan (skewness) dan kurtosis.

Skewness mencirikan dinamika sedimentasi yang menunjukkan ke arah mana ukuran partikel dari suatu populasi berikut, mungkin simetri, condong ke arah ukuran kasar atau ke arah ukuran halus. Apabila nilai skewness bernilai positif maka sedimen terdistribusi secara normal, sebaliknya bila satu distribusi ukuran butir kelebihan partikel kasar maka nilai skewnessnya negatif. Nilai skewness dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Folk and Ward, 1957:

$$Sk_I = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)}$$

**Keterangan:**

- $Sk_I$ : Skewness Inklusif (Kemencengan)
- $\Phi_n$ : Nilai Phi pada persentil yang ditunjukkan.

**Tabel 2** Klasifikasi tanah berdasarkan skewness(CHL,2002)

Nilai Skewness	Klasifikasi
<-0.3	Very coarse skewed
-0.3 - -0.1	Coarse skewed
-0.1-0.1	Near symmetrical
0.1-0.3	Fine skewed
>0.3	Very fine skewed



merupakan nisbah antara sebaran ekor dengan pusat bentuk kurva sedimen distribusi normal. Bila kurva tidak terlalu runcing atau tidak terlalu datar disebut

*mesokurtik*, kurva yang runcing disebut leptokurtik, yang datar disebut platikurtik. Dalam menentukan ukuran kurtosis dapat digunakan Folk and Ward, 1957

$$K_G = \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2.44(\Phi_{75} - \Phi_{25})}$$

**Keterangan:**

- $K_G$ : Kurtosis Grafis (Keruncingan)
- $\Phi_5, \Phi_{25}, \Phi_{75}, \Phi_{95}$ : Nilai Phi pada persentil yang ditunjukkan.

**Tabel 3** Klasifikasi tanah berdasarkan kurtosis (CHL,2002)

Nilai kurtosis	Klasifikasi
<0.65	Very platikurtik
0.65-0.9	Platikurtik
0.9-1.11	Mesokurtik
1.11-1.50	Leptokurtic
1.5-3.0	Very leptokurtic
>3.0	Extremely leptokurtic

$$\sigma_I = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6.6}$$

**Keterangan:**

- $\sigma_I$ : Sortasi Inklusif (Pemilahan)
- $\Phi_5, \Phi_{16}, \Phi_{84}, \Phi_{95}$ : Nilai Phi pada persentil ke-5, ke-16, ke-84, dan ke-95.



**ibel 4** Klasifikasi tanah berdasarkan sortasi(CHL,2002)

Nilai sorting	Klasifikasi
<0.35	very well sorted
0.35-0.5	well sorted

0.5-0.71	moderatelly well sorted
0.71-1.00	moderatelly sorted
Nilai sorting	Klasifikasi
1.0-2.0	Poorly sorted
2.0-4.0	very poorly sorted
>4.0	extreme poorly sorted



## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi Penelitian dilaksanakan di Muara Sungai Tallo, Kecamatan Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Berikut adalah peta lokasi penelitian.



**Gambar 6** Lokasi Penelitian Muara Sungai Tallo

Penelitian ini dilaksanakan pada November 2023. Adapun pelaksanaan penelitian yaitu melakukan pengumpulan data primer, sekunder dan survei lapangan yang kemudian di analisis kemudian melakukan penyusunan laporan setelah melakukan penelitian.

### 2.2 Metode Penelitian

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode pengambilan data langsung di lapangan, kemudian diuji di laboratorium. Pada penelitian ini digunakan dua jenis pengumpulan data, yaitu:

- a. Studi pustaka dengan fokus untuk memperoleh data sekunder melalui berbagai studi pustaka seperti buku, jurnal penelitian, artikel-artikel ilmiah, serta standar-standar pengujian.



iksaaan dan pengujian sampel di laboratorium, dengan tujuan a primer yang selanjutnya hasilnya dibahas untuk simpulan dari penelitian yang dilaksanakan.

### 2.3 Jenis dan Sumber Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data penunjang padapenelitian ini. Berikut beberapa data yang akan digunakan:

1. Data sampel sedimen Muara Sungai Tallo yang diperoleh dari lokasipenelitian.
2. Data koordinat titik pengambilan sampel dengan menggunakan GPS

### 2.4 Peralatan dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- a. *Grab Sampler*
- b. *Van Dorn Water Sampler*
- c. *Current Meter*
- d. Meteran
- e. Pemberat
- f. Alat tulis
- g. Ember
- h. *GPS*
- i. Perahu
- j. Karung dan botol

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yang terdiri dari :

- a. Sampel Sedimen dasar di Muara Sungai Tallo
- b. Sampel Sedimen Melayang di Muara Sungai Tallo
- c. Sampel Sedimen lolos saringan 100
- d. Air yang digunakan adalah air bersih.



## 2.5 Flowchart Bagan Alir Penelitian

Proses penelitian ini dilakukan secara sistematis mengikuti bagan alir berikut untuk memastikan setiap tahapan saling terhubung dan terstruktur dengan baik.

