

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasang surut merupakan fenomena periodik yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi bulan dan matahari terhadap bumi. Di wilayah pesisir, terutama di daerah muara seperti Muara Sungai Tallo Koya di Makassar, pasang surut memainkan peran penting dalam mempengaruhi dinamika aliran air, sedimentasi, dan kualitas air. Pasang surut juga berdampak pada aktivitas manusia seperti perikanan, pelayaran, dan manajemen sumber daya air.

Sungai Tallo adalah salah satu sungai penting di Makassar yang mengalir hingga ke wilayah muara. Wilayah ini memiliki karakteristik yang unik karena berperan sebagai tempat pertemuan air laut dan air tawar, sehingga dinamika pasang surut di muara mempengaruhi ekosistem dan lingkungan sekitar. Memahami pola penjalaran pasang surut di wilayah ini sangat penting untuk mendukung pengelolaan daerah pesisir.

Analisis harmonik dalam konteks pasang surut merujuk pada pemecahan pasang surut menjadi komponen-komponen harmonik yang lebih sederhana. Setiap komponen memiliki frekuensi, fase, dan amplitudo yang dapat dipisahkan melalui metode matematika. Penjalaran komponen harmonik ini penting untuk dipahami karena memberikan gambaran tentang pola naik turunnya permukaan air di berbagai titik dalam siklus pasang surut.

Perubahan dalam pola pasang surut, termasuk komponen harmonik, dapat mempengaruhi ekosistem lokal, seperti distribusi sedimen, distribusi nutrisi, hingga proses erosi dan sedimentasi di muara. Aktivitas manusia, seperti pembangunan infrastruktur di sekitar sungai dan muara, juga dipengaruhi oleh perubahan pasang surut, terutama dalam hal risiko banjir rob dan penurunan kualitas air.

Penjalaran komponen harmonik pasang surut sangat penting untuk memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang bagaimana pasang surut mempengaruhi wilayah muara dan sungai. Penelitian ini juga relevan bagi perencanaan dan pengelolaan sumber daya pesisir, baik untuk mitigasi bencana alam seperti banjir, maupun untuk menjaga keberlanjutan ekosistem perairan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu:

1. Bagaimana proses perhitungan data pasang surut di Sungai Tallo dengan menggunakan metode Admiralty?
2. Bagaimana interaksi pasang surut di Sungai Tallo?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui konstanta harmonik pasang surut berdasarkan metode Admiralty?
2. Mengetahui konstanta dominan yang mempengaruhi tipe pasang surut?

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian ini, di harapkan nantinya dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya pemerintah di bidang sumber daya air, perencana dan kontraktor, ataupun mahasiswa/i yang berkecimbung dalam bidang rekayasa keairan dan sebagai tambahan ilmu pengetahuan bagi siapa saja yang membacanya.

1.5 Ruang Lingkup/Batasan Masalah

Agar penelitian berjalan dengan baik dan terarah, maka penulis memberikan Ruang lingkup/batasan masalah dalam melaksanakan penelitian, sebagai berikut:

1. Wilayah Studi

Penelitian ini dilakukan di kota Makassar, Sulawesi Selatan tepatnya pada Daerah Aliran Sungai Tallo .

2. Ruang Lingkup Materi

Penelitian ini untuk mempelajari teori berkaitan dengan pasang surut dan menganalisis data pasang surut dengan metode Admiralty.

1.6 Teori

1.6.1 Muara Sungai

Sungai merupakan aliran air besar yang memanjang dan mengalir secara terusmenerus dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah dan bermuara di laut, danau, atau sungai yang lebih besar. Aliran sungai yang berliku-liku dapat disebabkan karena terjadinya proses pengikisan dan pengendapan di sepanjang sungai (Syarifuddin, 2000). Muara sungai merupakan bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut. Mulut sungai adalah bagian paling hilir dari muara sungai yang langsung bertemu dengan laut, sedangkan estuari adalah bagian dari sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut. Pengaruh pasang surut terhadap sirkulasi aliran (kecepatan/debit, profil muka air, instruksi air asin) diestuari dapat sampai jauh ke hulu sungai yang tergantung pada tinggi pasang surut, debit sungai, dan karakteristik estuari (tampang aliran, kekasaran dinding, dan sebagainya) (Mutiar et al., 2021). Estuari sebagai daerah pantai semi tertutup yang berhubungan langsung dengan laut dimana air laut tercampur dengan air yang berasal dari daratan. Secara singkat, 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 disekitarnya (Triatmodjo, 1993).

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, tetap biasanya salah satunya mempunyai pengaruh yang lebih dominan dari yang lainnya. Gelombang memberikan pengaruh yang lebih dominan pada sungai kecil yang bermuara dilaut terbuka (luas). Sebaliknya 4 sungai besar yang bermuara dilaut tenang akan didominasi oleh debit sungai. Bertemunya arus air sungai yang mengalir ke laut dengan arus pasang surut air laut yang keluar masuk ke sungai dapat menyebabkan pengaruh yang kuat terhadap terjadinya sedimentasi, baik yang berasal dari sungai maupun dari laut atau sedimen yang tercuci dari daratan disekitarnya.

1.6.2 Dinamika Pasang Surut

Arus merupakan pergerakan massa air secara vertikal dan horizontal maupun gerakan mengalir suatu massa air yang disebabkan tiupan angin, perbedaan densitas, atau pergerakan gelombang panjang. Pergerakan arus dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti arah angin, perbedaan tekanan air, perbedaan densitas air, gaya coriolis, arus ekman, topografi dasar laut, arus permukaan, upwelling, dan downwelling (Abrianto & Jaelani, 2016). Arus di estuaria merupakan pergerakan air yang terjadi di daerah pertemuan antara sungai dan laut. Terdapat berbagai jenis arus di daerah estuaria, seperti arus pasang (tide), arus sungai, arus balik (backwash), dan arus silang (crosscurrent). Arus tersebut menciptakan kondisi lingkungan yang berubah-ubah di dalam wilayah estuaria. Salah satu faktor yang menciptakan dinamika arus di estuaria adalah pasang surut (tides). Fenomena arus yang diciptakan oleh pasang surut disebut arus pasang surut.

Gerakan air secara vertikal yang berkaitan dengan naik turunnya pasang surut dan diiringi oleh gerakan air secara horizontal disebut dengan arus pasang surut. Permukaan air laut akan selalu berubah-ubah setiap saat akibat gerakan pasang surut dan terjadi pada tempat-tempat yang sempit, seperti teluk dan selat, sehingga menyebabkan terjadinya arus pasang surut (Tidal current). Gerakan arus pasang surut dari laut lepas yang merambat menuju perairan pantai akan mengalami perubahan akibat berkurangnya kedalaman (Mihardja et al., 1994). Pada wilayah estuaria, arus pasang surut terjadi karena perubahan tinggi permukaan laut yang disebabkan oleh pasang surut. Saat pasang air laut naik dan masuk ke muara sungai dan mengalir ke hulu sungai, hal ini disebut arus pasang. Pada saat surut air laut mundur dari muara sungai dan bergerak menuju ke arah muara sungai dari hulu, hal ini disebut arus surut (Keith, 1998).

Arus yang terjadi di laut, teluk, dan laguna diakibatkan oleh massa air yang mengalir dari permukaan yang lebih tinggi ke permukaan yang lebih rendah yang disebabkan oleh pasang surut. Pada saat gelombang pasang surut merambat memasuki perairan dangkal seperti muara sungai atau teluk, maka badan air daerah ini akan bereaksi terhadap aksi dari perairan lepas. Pada wilayah yang memiliki arus pasang surut yang cukup kuat, tarikan gesekan pada dasar laut akan menghasilkan potongan arus vertikal dan resultan turbulensi yang menyebabkan bercampurnya lapisan air bawah secara vertikal. Namun pada wilayah yang memiliki arus pasang surut yang lebih lemah akan terjadi pencampuran yang sedikit, sehingga terjadi stratifikasi (lapisan-lapisan air dengan kepadatan berbeda) (King, 1962).

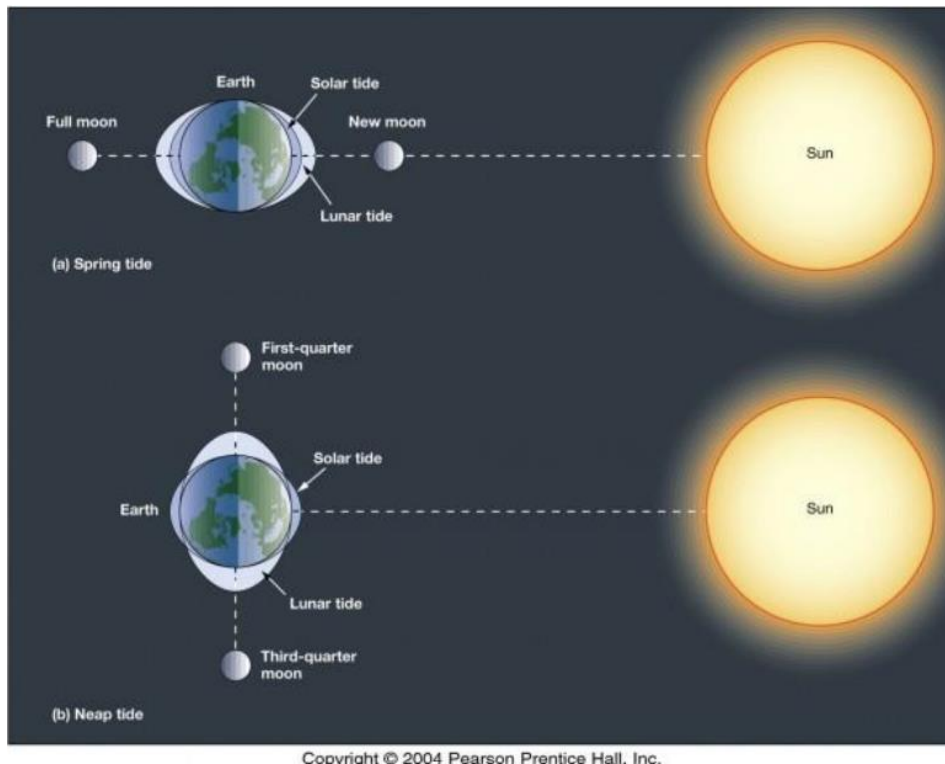
1.6.3 Pasang Surut

Pasang surut merupakan proses naik turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan karena gravitasional antara matahari, bulan, dan bumi (Saputra, 2018). Berdasarkan teori keseimbangan, faktor yang mempengaruhi terjadinya pasang surut adalah rotasi bumi pada sumbunya, revolusi bulan terhadap matahari, dan revolusi bumi terhadap matahari. Sedangkan berdasarkan teori dinamis, pasang surut dipengaruhi oleh kedalaman dan luas perairan, pengaruh rotasi bumi (gaya coriolis), dan gesekan dasar. Terdapat pula beberapa faktor yang mempengaruhi pasang surut pada suatu perairan, yaitu topografi dasar laut, lebar selat, bentuk teluk, dan sebagainya. Hal ini menyebabkan pada suatu daerah memiliki tipe pasang surut yang berbeda (Diposaptono, 2007).

Dari sekian banyak benda-benda langit, hanya matahari dan bulan yang sangat mempengaruhi proses pembentukan pasang surut air laut melalui tiga gerakan utama yang menentukan pergerakan muka air laut di bumi (Zakaria, 2009), yaitu:

- a. Revolusi bulan terhadap bumi, dimana orbitnya berbentuk elips dan memerlukan waktu 29,5 hari untuk menyelesaikan revolusinya.
- b. Revolusi bumi terhadap matahari, dengan orbitnya berbentuk elips dan memerlukan waktu 365,25 hari.
- c. Rotasi bumi yang memerlukan waktu 24 jam (23 jam, 56 menit, dan 4,091 detik).

baru, perempat pertama, perempat kedua, perempat ketiga, dan kembali ke fase bulan baru, yang berlangsung selama sekitar 29,5 hari. Saat bulan muncul di atas horizon, berpengaruh terhadap pasang surut yang menyebabkan keterlambatan sekitar 50 menit setiap harinya. Ketika bulan berada dalam fase bulan baru atau bulan purnama, pasang laut mencapai tinggi tertinggi dan surut laut mencapai tingkat terendah, menyebabkan perbedaan besar antara pasang dan surut laut. Keadaan ini disebut sebagai pasang tinggi (spring tide). Namun, saat bulan berada pada perempat pertama dan perempat kedua, bulan berada sekitar 90 derajat dari garis yang menghubungkan bumi dan matahari. Pada saat ini, gaya tarik bulan dan gaya tarik matahari saling meniadakan satu sama lain, sehingga pasang laut menjadi terendah dan surut laut mencapai tingkat tertinggi. Ini dikenal sebagai surut rendah (neap tide). (Kisnarti & Prasita, 2019)



Gambar 1. Posisi bulan, bumi, dan matahari pada kondisi: (a) pasang tinggi (spring tide) dan (b) surut rendah (neap tide).

Pasang surut merupakan perubahan periodik dari permukaan air laut pada suatu tempat tertentu. Seperti halnya ombak, ritme perubahan pasang surut disepanjang 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 atau 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 dan 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 dapat ditentukan oleh frekuensi air pasang dengan air surut setiap harinya. Pasang surut diperairan Indonesia menjadi empat tipe (Wismadi et al., 2014), yaitu:

1. Diurnal tide (pasang surut harian tunggal), dimana suatu perairan mengalami satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari.

2. Semi diurnal tide (pasang surut harian ganda), dimana suatu perairan mengalami dua kali pasang dan dua kali surut.
3. Mixed tide, prevailing diurnal (pasang surut campuran condong harian tunggal), merupakan pasang surut yang tiap harinya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, namun terkadang juga dua kali pasang dan dua kali surut.
4. Mixed tide, prevailing semidiurnal (pasang surut campuran condong harian ganda), dimana pasang surut yang tiap harinya terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, namun ada kalanya mengalami satu kali pasang dan satu kali surut.

bilangan *Formzahl*, yakni bilangan yang dihitung dari nilai perbandingan antara amplitudo (tinggi gelombang) komponen harmonik pasang surut tunggal utama dan amplitudo komponen harmonik pasang surut ganda utama, secara matematis formula tersebut ditulis sebagai berikut:

$$F = \frac{O_1 + K_1}{M_2 + S_2}$$

Dimana:

- F = bilangan *Formzahl*
- O_1 = amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
- K_1 = amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari
- M_2 = amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
- S_2 = amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari.

Berdasarkan nilai F, tipe pasang surut dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- $F < 0.25$: pasang surut tipe ganda
- $0.26 < F < 1.5$: pasang surut campuran condong bertipe ganda
- $1.5 < F < 3$: pasang surut campuran condong bertipe tunggal
- $F > 3$: pasang surut Tunggal

Akibat adanya fenomena pasang surut tersebut, maka elevasi muka air laut selalu berubah secara periodik. Maka dari itu diperlukan suatu elevasi yang

dapat dijadikan sebagai pedoman dalam kegiatan yang dilakukan di pesisir. Beberapa elevasi tersebut adalah permukaan air tertinggi High Water Springs (HWS), elevasi muka air rata-rata Mean Sea Level (MSL), elevasi muka air terendah Low Water Springs (LWS). Mengingat elevasi muka air laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut. Apabila suatu perairan memiliki tipe pasang surut semidiurnal, maka untuk menentukan tunggang air, tinggi dan rendahnya pasang surut ditentukan dengan rumus-rumus (Ongkosongo, 1989) sebagai berikut:

$$HHWL = LLWL + 2(AK_1 + AO_1 + AS_2 + AM_2)$$

$$MHHWS = LLWL + 2(AS_2 + AM_2) + AK_1 + AO_1$$

$$MHHWN = LLWL + (2 \cdot AM_2) + AK_1 + AO_1$$

$$MSL = S_o$$

$$MLLWN = LLWL + (2 \cdot AS_2) + AK_1 + AO_1$$

$$MLLWS = LLWL + AK_1 + AO_1$$

$$LLWL = MSL - AK_1 - AO_1 - AS_2 - AM_2$$

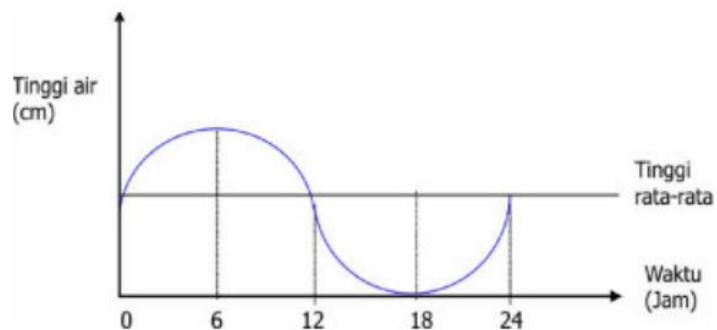
Dimana:

HHWL	= Tinggi air tertinggi (<i>High Highest Water Level</i>)
MHHWS	= Rata-rata tinggi air tertinggi pada pasang purnama (<i>Mean HighHighest Water Spring</i>)
MHHWN	= Rata-rata tinggi air tertinggi pada pasang perbani (<i>Mean HighHighest Water Neap</i>)
MSL	= Rata-Rata tinggi muka air laut (<i>Mean Sea Level</i>)
MLLWS	= Rata-rata tinggi air terendah pada pasang purnama (<i>Mean LowLowest Water Spring</i>)
MLLWN	= Rata-rata tinggi air terendah pada pasang perbani (<i>Mean LowLowest Water Neap</i>)
LLWL	= Tinggi air terendah (<i>Low Lowest Water Level</i>)

1.6.4 Tipe Pasang Surut

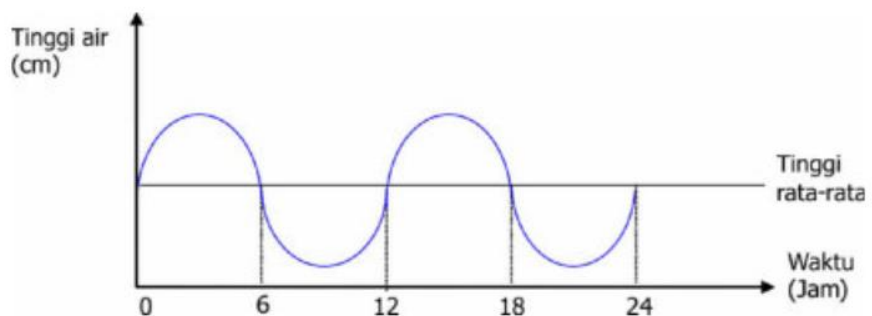
Menurut (Nontji, 1987) terdapat empat jenis tipe pasang surut yang didasarkan pada periode dan keteraturannya. Dalam satu bulan, variasi harian dari rentang pasang surut berubah secara sistematis terhadap siklus bulan. Rentang pasang surut juga bergantung pada bentuk perairan dan konfigurasi lantai samudera. Berikut dibawah ini pasang surut air laut di Indonesia dibagi menjadi 4 tipe yaitu:

1. Pasang surut harian tunggal beraturan (diurnal tide), merupakan pasang surut yang hanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari.



Gambar 2. Pola gerak pasang surut harian tunggal (diurnal tide)

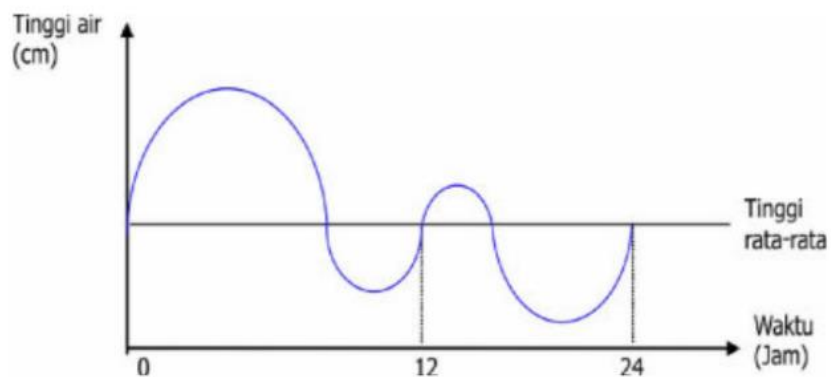
2. surut harian ganda beraturan (semi diurnal tide), merupakan pasang yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang tingginya hampir sama dalam satu hari.



Gambar 3. Pola gerak pasang surut harian ganda (semi diurnal tide)

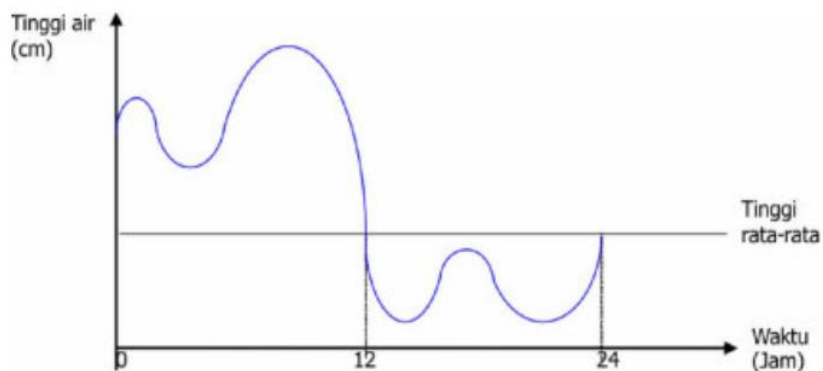
3. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (mixed – diurnal), merupakan pasang yang tiap harinya terjadi satu kali pasang dan satu kali

surut tetapi terkadang dengan dua kali pasang dan dua kali surut yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktu.



Gambar 4. Pola gerak pasang surut campuran condong harian tunggal (mixed-diurnal)

4. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (mixed semi – diurnal), merupakan pasut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari tetapi terkadang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan memiliki tinggi dan waktu berbeda. Ini terjadi di Pantai Selatan Jawa dan Bagian Timur Indonesia.



Gambar 5. Pola gerak pasang surut campuran condong harian ganda
(mixed semi-diurnal)

1.6.5 Arus Pasang Surut

Arus pasut adalah gerakan massa air laut secara periodik dari suatu wilayah ke wilayah yang lain secara mendatar maupun horizontal, berupa arus permukaan atau arus dasar dan dapat berupa gerakan massa air secara vertikal dari lapisan air bagian bawah menuju lapisan atas atau sebaliknya. Terdapat dua gaya yang berpengaruh terhadap arus, yaitu gaya primer dan gaya sekunder. Gaya primer terdiri atas gravitasi, gesekan angin (wind stress), gaya dorong ke atas dan ke bawah (bouyancy), dan tekanan atmosfer. Gaya ini berpengaruh dalam menggerakkan arus dan menentukan kecepatannya. Gaya sekunder terdiri atas gaya coriolis dan gesekan air laut itu sendiri yang dapat mempengaruhi arah gerakan dan kondisi arus (Samskerta et al., 2011).

Aliran massa air yang diukur dari kecepatan aliran (velocity) atau yang sering disebut sebagai arus (current) dinyatakan dalam satuan meter/detik. Aliran biasanya cenderung mengarah ke arah laut khususnya pada saat air surut, tetapi dapat pula mengarah pada arah sebaliknya pada saat air pasang, biasanya disebut back water. Arah aliran pada daerah muara di bagian atas dapat berbeda dengan daerah di bagian bawah, begitu pula arah pada satu sisi tepi sungai dapat berlawanan dibandingkan pada sisi sungai yang lainnya. Demikian juga pada kombinasi perbedaan arah yang sangat kompleks, baik pada penampang vertikal maupun lateral (Ongkosongo, 2010).

Luas perairan estuaria yang pada umumnya sempit dan dangkal dapat meminimalisir pengaruh ombak dari laut yang masuk ke daerah estuaria secara cepat. Sehingga pada daerah estuaria memiliki arus air yang tenang. Arus di estuaria dipengaruhi oleh kegiatan pasang surut dan aliran sungai. Pada bagian hulu terjadi masukan air tawar yang terus menerus, kemudian sebagian air tawar ini bergerak ke hilir estuaria dan bercampur sedikit atau banyak dengan air laut. Sebagian besar air tersebut pada akhirnya akan mengalir keluar estuaria atau menguap untuk mengimbangi air berikutnya yang masuk di bagian hulu (Nybakken, 1988).

Arus pasang surut merupakan arus yang mendatar yang disebabkan atau dibangkitkan oleh pasang surut. Pada waktu pasang naik arus akan mengalir ke arah pantai menyebabkan tertutupnya pantai oleh air laut atau yang disebut flood tide, sebaliknya pada saat surut disebut ebb 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. Meskipun 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 masalah yang cukup serius, karena dapat menjadikan inlet tersebut tertutup (Dahuri et al., 1996).

1.6.6 Komponen Harmonik Pasang Surut

Menurut Denafiar (2017) konstanta harmonik pasang surut adalah parameter yang dianggap konstan, yakni amplitudo beberapa komponen pasang surut. Resultan gaya pasang Surut adalah resultan dari gaya tarik menarik antara bumi, bulan dan matahari. Komponen pasang surut dapat dianalisa dengan metode harmonik, dengan dasar bahwa pasang surut yang terjadi adalah superposisi atau penjumlahan dari berbagai komponen pasang surut. Karena sifat pasang surut yang periodik, maka ia dapat diramalkan. Meramalkan pasang surut diperlukan data amplitudo dan beda fase dari masing-masing komponen pembangkit pasang surut.

Komponen-komponen utama pasang surut terdiri dari komponen tengah harian dan harian. Namun demikian, karena interaksinya dengan morfologi pantai dan superposisi antar gelombang pasang surut komponen utama, maka terbentuklah komponen-komponen pasang surut yang baru.

Komponen pasut ini dibagi sesuai tipe pasut yang terjadi. Komponen pasang surut beserta deskripsinya.

Tabel 1. Komponen pasang surut beserta deskripsinya

Jenis	Simbol	Kecepatan sudut (derajat/jam)	Periode (jam)	Keterangan
<i>Semi diurnal</i>	M_2	28.9842	12.42	Gravitasi bulan dengan orbit lingkaran dan sejajar ekuator bumi
	S_2	30	125.00	Gravitasi matahari dengan orbit lingkaran dan sejajar ekuator bumi
	N_2	28.4397	12.66	Perubahan jarak bulan ke bumi akibat lintasan elips
	K_2	30.0821	11.97	Perubahan jarak matahari ke bumi akibat lintasan elips
<i>Diurnal</i>	K_1	15.0411	23.93	Deklinasi sistem bulan dan matahari
	O_1	13.943	25.82	Deklinasi bulan
	P_1	14.9589	24.07	Deklinasi matahari
<i>Periode Panjang</i>	M_4	57.968	6.2	Dua kali kecepatan sudut M_2 akibat pengaruh bulan di perairan dangkal
	MS_4	58.084	6.1	Interaksi M_2 dan S_2 di perairan dangkal

BAB 2 METODE PENELITIAN

2.1 Data dan Lokasi Penelitian

Data dan Lokasi Penelitian ini dilakukan pada wilayah kota Makassar, Sungai Tallo Kota Makassar yang bermuara di Selat Makassar. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi elevasi ketinggian air laut (pasang surut) yang diamati setiap jam dari tiga lokasi pasang surut dari tanggal 20 Juni 2024 hingga 8 Juli 2024. Lokasi pertama berada pada koordinat: $5^{\circ} 6'37.51''\text{S} - 119^{\circ}26'31.25''\text{E}$. Lokasi ke dua berada pada koordinat: $5^{\circ} 8'42.60''\text{S} - 119^{\circ}28'23.72''\text{E}$ dan terakhir Lokasi ke tiga berada pada koordinat: $5^{\circ} 8'49.27''\text{S} - 119^{\circ}30'43.99''\text{E}$. Penelitian ini dilakukan pada bulan juni-juli tahun 2024.



Gambar 6. Lokasi penelitian di sungai tallo

2.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dijelaskan pada Langkah-langkah berikut ini.

1. Perumusan masalah

Melakukan perumusan dengan berdiskusi Bersama dosen pembimbing sehingga mendapatkan tema dari tugas akhir ini.

2. Studi literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan referensi dari buku dan jurnal ilmiah yang relavan dengan topik pembahasan dan pemahaman terhadap materi.

3. Pengumpulan dan pengolahan data

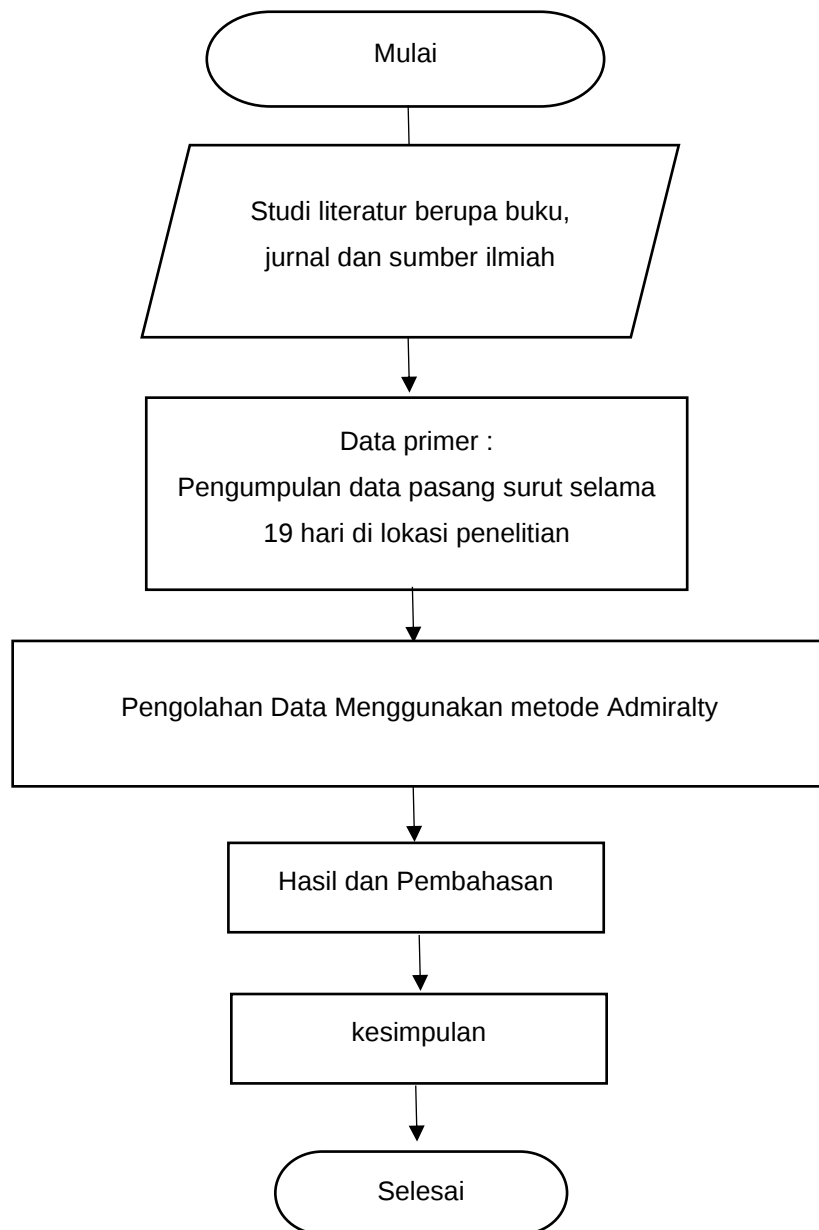
Data-data diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan (Data Primer) hasil yang sesuai dengan objek pada tugas akhir ini. Data yang diperlukan dalam pengerjaan tugas akhir ini berupa data pasang surut.

4. Analisa data

Data yang telah dikumpulkan kemudian menjadi bahan untuk Analisa berikut beberapa tahapnya, yaitu sebagai berikut :

- a. Pengolahan data pasang surut untuk mengetahui nilai amplitude dan komponen harmonik untuk menentukan tipe pasang surut dari persamaan Formzahl.

2.3 Diagram Alir



Gambar 7. Diagram alir penelitian