

SKRIPSI

**PENYEBARAN SUHU DAN SALINITAS PADA SAAT PASANG
DAN SURUT DI MUARA TELUK PALU**

Disusun dan diajukan oleh:

**MUH NASRULLAH KUDDUS
D111 16 020**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2023**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**PENYEBARAN SUHU DAN SALINITAS PADA SAAT PASANG DAN SURUT DI
MUARA TELUK PALU**

Disusun dan diajukan oleh:

MUH NASRULLAH KUDDUS

D111 16 020

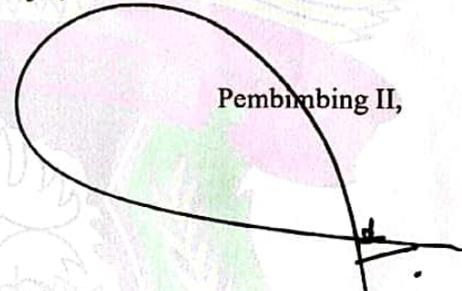
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 4 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

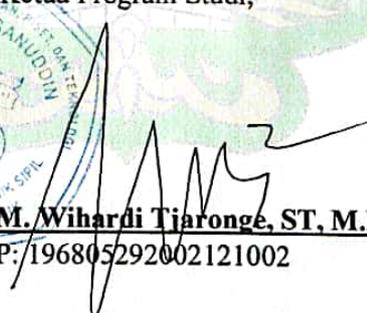
Pembimbing I,

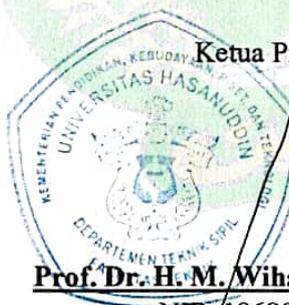
Pembimbing II,


Dr. Eng. Ir. Mukhsan Putra Hatta, ST, MT.
NIP: 197305121999031002


Ir. Andi Subhan Mustari, ST, M. Eng, IPM, Asean Eng
NIP: 197605312005011004

Ketua Program Studi,


Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M. Eng
NIP: 196805292002121002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Asruddin Machmud, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Penyebaran suhu dan salinitas pada saat pasang dan surut di muara Teluk Palu**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 1 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Muh Nasrullah Kuddus

NIM D111 16 020

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga pada kesempatan ini penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul **“PENYEBARAN SUHU DAN SALINITAS PADA SAAT PASANG SURUT DI MUARA TELUK PALU”** yang merupakan syarat dalam rangka menyelesaikan studi di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. **Bapak Abd. Kuddus Nadja dan Ibu Cherawati Akib** yang telah bersedia menjadi orang tua penulis dan tiada hentinya mendoakan, serta memberi perhatian, dukungan, kasih sayang, serta menjadi motivasi terbesar penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. **Bapak Prof. Dr. Ir. Wihardi Tjaronge, S.T., MT.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. **Bapak Dr. Eng. Ir. Mukhsan Putra Hatta, ST., MT.** selaku Dosen Pembimbing I dan Kepala Laboratorium Ilmu Ukur Tanah Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. **Bapak Ir. A. Subhan Mustari, ST., M. Eng** selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan masukan kepada penulis selama melaksanakan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingan, arahan, didikan, dan motivasi yang telah diberikan selama ini.
6. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan.
7. Bapak Adi Sucipto, S.T., M.T., selaku mahasiswa S3, serta rekan diskusi dua arah dari awal hingga akhir, sehingga penelitian ini dapat berjalan sampai di tahap ini.
8. Kak Reyhan Bassalem, S.T., selaku mahasiswa S2, support system dan sebagai kakak dalam segala hal-hal baik yang kami lalui bersama selama penelitian.

9. Saudara Ardi Lepong Bulan, selaku mahasiswa S1, serta sebagai partner petualangan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Kak Eky, S.T dan Kak Faiz serta tim dan teman-teman adalah orang-orang baik yang Allah telah takdirkan untuk membantu kami dalam penelitian ini.
11. Anak-anak ka di Kedai Kopi Rafi, S.T., Hanif, S.T., Mudat, S.T. dkk.
12. Teman-teman Informatika 2016 Cici S.T, Putri S.T., Ikki S.T., Awir S.T., yang telah menemani bolak-balik kampus Gowa dari Seminar Hasil sampai di titik Ujian Akhir.
13. Support juga dari teman-teman GGM, Egoismi Seng, dan Studio Hidrodinamika 09.
14. Teman-teman Komunitas TDA Makassar yang telah mensupport sejauh ini dalam hal apapun.
15. Saudara se-**PATRON 2017** atas segala momen dan suka-dukanya selama perkuliahan.

Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak, meskipun dalam laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Gowa, 1 Agustus 2023

Penulis

ABSTRAK

Perbedaan musim, gelombang pasang surut, serta aktivitas manusia dapat mempengaruhi penyebaran suhu dan salinitas di daerah perairan teluk, kondisi umum yang terjadi di daerah teluk, dimana terjadinya proses pencampuran air laut dengan air tawar, dari proses pencampuran tersebut dapat dituangkan dalam bentuk peta penyebaran. Salah satu contohnya, pada daerah muara di Teluk Palu yang terletak di Kota Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia.

Pada kondisi lapangan terlihat fenomena menarik dimana air Sungai Palu tersebar disepanjang pesisir pantai di Teluk Palu, baik disisi kiri perairan maupun disisi kanan perairan yang ditandai dengan perbedaan warna airnya, sehingga ditentukan 11 titik stasiun pengamatan dan dibagi menjadi 2 bagian yaitu SP 1.a sampai SP 5.a pada bagian kiri perairan dan SP 1.b sampai SP 6.b untuk bagian kanan perairan, yang bertujuan untuk mengetahui penyebaran yang terjadi, khususnya pada nilai suhu dan salinitasnya serta grafik kedalaman suhu dan salinitas di setiap stasiun pengamatan.

Pengamatan di Teluk Palu dilakukan pada tanggal 23 Oktober 2022 pengambilan data dilakukan secara horizontal (permukaan) dan vertikal (kedalaman) menggunakan alat Water Quality Meter dan Horizontal Water Sampler. Pengolahan data menjadi peta penyebaran menggunakan software ArcGis 10.8. Hasil pengambilan data menunjukkan penyebaran nilai suhu di 11 stasiun pengamatan pada permukaan berkisar dari 26.3°C sampai 28.4°C. Adapun penyebaran nilai salinitasnya berkisar 10.65 psu sampai 29.6 psu.

Grafik suhu dan salinitas menunjukkan perubahan pada kedalaman 0 sampai 2 meter dan daerah pencampuran (Mix layer) dan konstan pada kedalaman 2 sampai 28 meter. Terlihat dari peta penyebaran suhu dan salinitas bahwa pengaruh penyebaran masih dipengaruhi sampai di titik SP 2.b yang berjarak 1.100m dari mulut Sungai Palu.

Kata kunci: Suhu; Salinitas; Teluk Palu; Grafik Kedalaman.

ABSTRACT

Seasonal variations, tidal fluctuations, and human activities can influence the distribution of temperature and salinity in coastal bay areas – a common occurrence in bays where the mixing of seawater and freshwater takes place. This mixing process can be represented through distribution maps. One example is the estuarine region within Palu Bay, located in Palu City, Central Sulawesi, Indonesia.

In the field, an intriguing phenomenon is observed where water from the Palu River spreads along the coastal areas of Palu Bay. This phenomenon is marked by differences in water color on both the left and right sides of the waters. To investigate this, 11 observation points were established and divided into two sections: SP 1.a to SP 5.a on the left side of the waters, and SP 1.b to SP 6.b on the right side. The aim was to understand the distribution, particularly focusing on temperature and salinity values, along with depth profiles of these parameters at each observation point.

Observations in Palu Bay were conducted on October 23, 2022. Data collection was done both horizontally (surface) and vertically (depth) using a Water Quality Meter and a Horizontal Water Sampler. Data processing to create distribution maps was carried out using ArcGIS 10.8 software. The collected data indicated that surface temperature values at the 11 observation points ranged from 26.3°C to 28.4°C. The distribution of salinity values ranged from 10.65 psu to 29.6 psu.

Temperature and salinity profiles exhibited changes within the 0 to 2-meter depth range, indicative of the mixing layer, while remaining relatively constant from depths of 2 to 28 meters. The distribution maps of temperature and salinity highlight that the influence of this mixing extends up to the SP 2.b point, which is approximately 1,100 meters from the mouth of the Palu River.

Keywords: Temperature; Salinity; Palu Bay; Depth Profiles.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Hidrologi	5
2.2 Estuari	6
2.3 Pasang Surut.....	8
2.4 Struktur Massa Air	13
2.4.1 Suhu.....	13
2.4.2 Salinitas	16
2.5 Penelitian Terdahulu	19

BAB III	METODE PENELITIAN	22
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	22
3.2	Metode Penelitian	22
3.3	Sumber Data	22
3.4	Alat dan Bahan Penelitian.....	23
3.5	Prosedur Penelitian	23
3.6	Bagan Alir Penelitian	26
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1	Situasi Teluk Palu	27
4.2	Grafik Pasang Surut	28
4.3	Pola Sebaran Suhu.....	28
4.4	Pola Sebaran Salinitas.....	33
4.5	Grafik Suhu dan Salinitas	37
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Komposisi Air di Bumi	6
Gambar 2 Ilustrasi Sistem Estuari.....	7
Gambar 3 Profil Vertikal suhu air laut (Hadi,2003)	14
Gambar 4 Lokasi Penelitian	22
Gambar 5 Alat Horizontal Water Sampler	24
Gambar 6 Alat Water Quality Meter	24
Gambar 7 Corong Plastik.....	25
Gambar 8 Aplikasi Alphinequest	25
Gambar 9 Bagan Alir Penelitian.....	26
Gambar 10 Bagan Alir PenelitianSelesai.....	26
Gambar 11 Peta Stasiun Pengamatan.....	27
Gambar 12 Grafik Pasang Surut.....	28
Gambar 13 Grafik Nilai Suhu Bagian (a) di Permukaan	29
Gambar 14 Grafik Nilai Suhu Bagian (b) di Permukaan	30
Gambar 15 Peta Penyebaran Suhu	32
Gambar 16 Grafik Nilai Salinitas Bagian (a) di Permukaan	33
Gambar 17 Grafik Nilai Salinitas Bagian (b) di Permukaan	34
Gambar 18 Peta Penyebaran Salinitas	36
Gambar 19 Grafik Suhu dan Salinitas di SP 1.a	37
Gambar 20 Grafik Suhu dan Salinitas di SP 2.a	38
Gambar 21 Grafik Suhu dan Salinitas di SP 3.a	39

Gambar 22 Grafik Suhu dan Salinitas di SP 4.a	40
Gambar 23 Grafik Suhu dan Salinitas di SP 5.a	41
Gambar 24 Grafik Suhu dan Salinitas di SP 1.b	42
Gambar 25 Grafik Suhu dan Salinitas di SP 2.b	43
Gambar 26 Grafik Suhu dan Salinitas di SP 3.b	44
Gambar 27 Grafik Suhu dan Salinitas di SP 4.b	45
Gambar 28 Grafik Suhu dan Salinitas di SP 5.b	46
Gambar 29 Grafik Suhu dan Salinitas di SP 6.b	47

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Daftar Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian	23
Tabel 2 Hasil Pengujian Lapangan Nilai Suhu pada bagian (a) di permukaan	29
Tabel 3 Hasil Pengujian Lapangan Nilai Suhu pada bagian (b) di permukaan	30
Tabel 4 Hasil Pengujian Lapangan Nilai Salinitas pada bagian (a) di permukaan	33
Tabel 5 Hasil Pengujian Lapangan Nilai Salinitas pada bagian (b) di permukaan	34
Tabel 6 Nilai Suhu dan Salinitas kedalaman di SP 1.a.....	37
Tabel 7 Nilai Suhu dan Salinitas kedalaman di SP 2.a.....	38
Tabel 8 Nilai Suhu dan Salinitas kedalaman di SP 3.a.....	39
Tabel 9 Nilai Suhu dan Salinitas kedalaman di SP 4.a.....	40
Tabel 10 Nilai Suhu dan Salinitas kedalaman di SP 5.a.....	41
Tabel 11 Nilai Suhu dan Salinitas kedalaman di SP 1.b.....	42
Tabel 12 Nilai Suhu dan Salinitas kedalaman di SP 2.b.....	43
Tabel 13 Nilai Suhu dan Salinitas kedalaman di SP 3.b.....	44
Tabel 14 Nilai Suhu dan Salinitas kedalaman di SP 4.b.....	45
Tabel 15 Nilai Suhu dan Salinitas kedalaman di SP 5.b.....	46
Tabel 16 Nilai Suhu dan Salinitas kedalaman di SP 6.b.....	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki banyak sekali teluk yang tersebar di berbagai penjuru mulai dari Sabang sampai Merauke, menurut para ilmuwan teluk merupakan perairan pesisir semi tertutup (semi-enclosed) dengan hubungan terbuka dengan laut dan dipengaruhi oleh masukan air tawar (Odum, 1993; Ji, 2008).

Sedangkan menurut (BLH Surabaya, 2011a), teluk memiliki sisi negatif karena menjadi muara dari zat-zat buangan yang dibawa aliran. Dalam zat buangan tersebut mengandung bahan pencemar yang berupa sedimen, logam beracun, pestisida, dan organisme patogen.

Namun, selain memiliki sisi negatif, teluk juga memiliki manfaat yang banyak, seperti kemampuan daur ulang zat hara yang cepat oleh berbagai jenis organisme penghuninya hingga kemampuannya dalam memproduksi detritus dan memanfaatkan zat hara yang terpendam jauh di dasar dengan adanya aktivitas mikroba (Direktorat pesisir dan lautan, 2009).

Perairan teluk tentu dipengaruhi oleh air laut, yang dimana air laut tersebut memiliki sifat fisik dan kimiawi yang terlarut didalamnya yang berperan penting dalam kehidupan makhluk hidup, kandung tersebut meliputi suhu, salinitas, pH serta parameter lainnya yang biasa disebut dengan kualitas air, perubahan yang signifikan tentunya akan memberikan berdampak pada struktur massa airnya.

28 September 2018 gempa bumi dan tsunami terjadi di Teluk Palu selain mengalami kerusakan infrastruktur dan garis pantai, struktur massa air di area teluk tentu mengalami perubahan. Secara geografi, Teluk Palu terletak di kawasan pesisir tengah Pulau Sulawesi, Indonesia. Wilayah ini dikelilingi oleh daratan dan dikeluarkan oleh dua muara sungai besar, yaitu Sungai Palu dan Sungai Kadia. Teluk ini memiliki luas wilayah yang cukup besar dan merupakan bagian dari kawasan Teluk Tomini.

Teluk Palu berada di wilayah dengan iklim tropis, di mana suhu rata-rata sepanjang tahun cenderung tinggi dan curah hujan yang signifikan. Perubahan musim, termasuk musim hujan dan musim kemarau, berdampak pada aliran sungai dan kualitas air di wilayah tersebut.

Kualitas air di Teluk Palu dapat dipengaruhi oleh berbagai aktivitas manusia dan industri yang ada di sekitarnya. Beberapa sumber pencemar potensial meliputi limbah industri, pertanian, pemukiman, pembuangan sampah, serta debit aliran sungai Palu itu sendiri.

Sungai Palu merupakan salah satu sungai yang mengalirkan air ke Teluk Palu. Kualitas air di sungai ini memiliki dampak langsung pada kualitas air di wilayah teluk. Kontaminasi dari kegiatan manusia di sepanjang aliran sungai dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem laut dan kualitas air di daerah pesisir.

Sehingga penting untuk melakukan penelitian dan pemantauan kualitas air secara teratur untuk memahami pola sebaran atau tren perubahan kualitas air di Teluk Palu. Upaya perlindungan dan pengelolaan berkelanjutan harus dilakukan untuk menjaga kualitas air di wilayah ini agar tetap baik dan berkelanjutan untuk masa depan.

Dengan latar belakang yang telah dibahas, maka menarik untuk dilakukan penelitian dengan judul **“PENYEBARAN SUHU DAN SALINITAS PADA SAAT PASANG DAN SURUT DI MUARA TELUK PALU”**.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dikaji dalam penelitian ini dijabarkan dalam rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana memahami penyebaran suhu di Teluk Palu?
2. Bagaimana memahami penyebaran salinitas di Teluk Palu?
3. Bagaimana memahami grafik hubungan antara suhu dan salinitas?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut penelitian ini bertujuan untuk:

1. Memahami penyebaran suhu di Teluk Palu.
2. Memahami penyebaran salinitas di Teluk Palu.
3. Memahami grafik hubungan antara suhu dan salinitas.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai bahan studi tentang pola sebaran suhu dan salinitas
2. Sebagai acuan bagi penelitian serupa, khususnya tentang pola sebaran suhu dan salinitas
3. Sebagai parameter pembanding untuk penelitian yang akan datang.

1.5 Ruang Lingkup

Agar penelitian ini berjalan dengan baik dan sesuai dengan rencana, maka penelitian ini diberikan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Daerah penelitian berada di Teluk Palu, dengan jumlah 11 stasiun pengamatan dengan kedalaman 28 meter.
2. Daerah penelitian mencakup sejauh 3.000 meter dari hilir Sungai Palu ke arah keluar teluk.
3. Pengambilan data mencakup pengambilan data *in situ*, menggunakan alat ukur *Water Quality Meter* dan *Horizontal Water Sampler*.
4. Pengambilan data meliputi, data suhu dan salinitas.
5. Data pasang surut menggunakan data pada bulan Oktober 2022.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum penulisan tugas akhir ini terbagi dalam 5 bab. Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Pendahuluan menyajikan gambaran secara singkat dan jelas tentang latar belakang mengapa penelitian ini perlu dilaksanakan. Dalam pendahuluan ini juga

memuat rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan yang digunakan pada tugas akhir ini.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab berisi mengenai konsep teori yang digunakan sebagai landasan atau acuan penelitian dan memberikan gambaran mengenai metode pemecahan masalah yang akan digunakan pada penelitian ini.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Menerangkan teknis penelitian yang dilakukan dengan menguraikan urutan kerja dan tata cara kerja penelitian mulai dari waktu dan lokasi penelitian, data penelitian, metode pengambilan dan analisis data.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menunjukkan hasil pola sebaran suhu, salinitas dan pH terhadap pasang surut air laut serta grafik hubungan antara salinitas dan suhu.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan singkat mengenai hasil analisa yang diperoleh yang disertai dengan saran-saran mengenai keseluruhan penelitian maupun untuk penelitian yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidrologi

Air merupakan salah satu unsur yang sangat penting di muka bumi. Air dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup baik oleh manusia, tumbuhan, maupun hewan. Tanpa adanya air dapat dipastikan tidak akan ada kehidupan. Ilmu yang mempelajari tentang air adalah hidrologi.

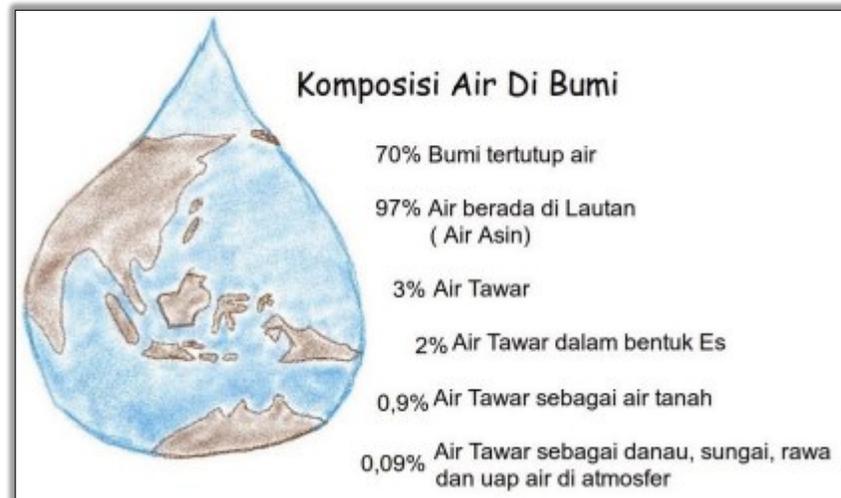
Hidrologi berasal dari bahasa Yunani, Hydro = Air, Logos = Ilmu, yang berarti Ilmu Air. Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air di bumi dalam segala bentuknya baik yang berupa cairan, padat, dan gas. Lebih lanjut, hidrologi juga mempelajari karakteristik air tersebut, baik sifat-sifat air, bentuk penyebarannya dan siklus air berlangsung di muka bumi.

Beberapa ahli berpendapat mengenai pengertian hidrologi. Menurut Asdak (1995), hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, gas, padat) pada, dalam, dan di atas permukaan tanah. Sedangkan Arsyad (2009) berpendapat bahwa hidrologi adalah ilmu yang mempelajari proses penambahan, penampungan, dan kehilangan air di bumi.

Serta Linsley (1986) mengatakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang membicarakan tentang air di bumi baik itu mengenai kejadiannya, jenis-jenis, sirkulasi, sifat kimia dan fisika serta reaksinya terhadap lingkungan maupun kehidupan. Permukaan bumi sebagian besar tertutupi oleh air sebanyak 70,9 % baik berupa perairan darat maupun perairan laut. Perairan darat adalah semua bentuk perairan yang terdapat di darat. Bentuk perairan yang terdapat di darat meliputi, mata air, air yang mengalir di permukaan dan bergerak menuju ke daerah-daerah yang lebih rendah membentuk sungai, danau, telaga, rawa, dan lain-lain yang memiliki suatu pola aliran yang dinamakan Daerah Aliran Sungai (DAS).

Dari berbagai penjelasan di atas dapat kita ketahui bahwa air sumur, air sungai, rawa, telaga, danau, empang dan sejenisnya termasuk jenis perairan darat. Sedangkan perairan laut adalah bentuk perairan di laut. Besarnya permukaan air di

bumi ini tidak terlepas kaitannya dengan siklus air. Perputaran dan pergerakan air di muka bumi ini dikenal dengan istilah siklus hidrologi.



Gambar 1 Komposisi Air di Bumi

Siklus hidrologi merupakan perputaran air di Bumi, siklus air tidak pernah berhenti dan jumlah air di permukaan bumi tidak berkurang. Sebaran air di bumi meliputi air laut (97 %), air tawar (3 %). Air tawar dalam bentuk es dan salju (68,7%), air tanah (30,1%), air permukaan (0,3%) dan lainnya (0,9%). Air permukaan terdiri dari danau (87%), lahan basah/rawa (11%), dan sungai (2%).

2.2 Estuari

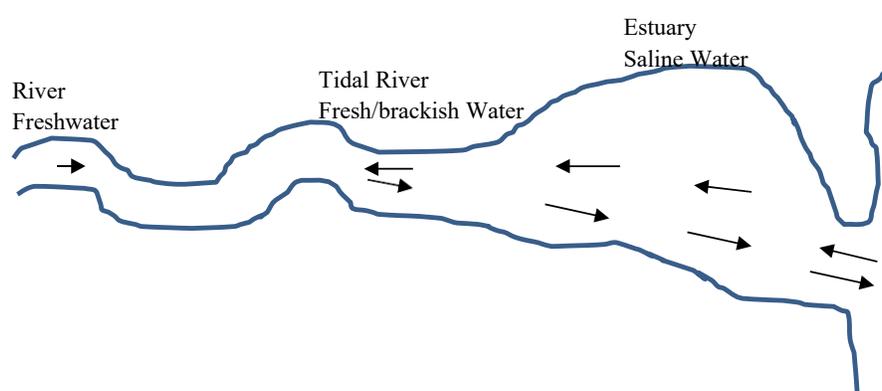
Estuari telah lama menjadi area yang penting bagi manusia, karena selain sebagai alur pelayaran, area ini juga berpotensi untuk dijadikan area perkotaan. Para ilmuwan biologi tertarik oleh fungsi lain dari estuari yaitu area mencari makan utama untuk berbagai spesies burung, lokasi perikanan pesisir, ataupun area untuk memahami bagaimana hewan dan tumbuhan beradaptasi dengan lingkungannya (McLusky, 2004). Estuari merupakan tempat pertemuan air tawar dan air asin. Definisi estuari adalah bentuk teluk di pantai yang sebagian tertutup, dimana air tawar dan air laut bertemu dan bercampur (Nybakken, 1988).

Menurut Ji (2008) estuari adalah perairan pesisir dimana mulut sungai bertemu dengan lautan dan dimana air tawar dari sungai bercampur dengan air asin dari lautan. Contoh perairan estuari adalah: muara sungai, teluk kecil, laguna, dan

rawa pasang-surut. Secara ekologis, daerah ini adalah pelagis dangkal yang mengandalkan sistem planktonis sebagai dasar dari proses ekologi di daerah tersebut (DKP, 2009).

Estuari berbeda dari sungai dan danau secara hidrodinamik, kimiawi, dan biologi. Dibandingkan dengan sungai dan danau, karakteristik unik estuari yaitu: (1) pasang surut adalah daya penggerak utama; (2) salinitas dan variasinya biasanya berperan penting dalam proses hidrodinamik dan kualitas air; (3) net flows dua arah, menuju kearah laut dilapisan permukaan dan menuju kearah darat dilapisan dasar, sering mengontrol transport polutan jangka panjang; dan (4) kondisi open boundary dibutuhkan dalam pemodelan numerik. Faktor primer yang mengontrol proses transport di estuari adalah pasang surut dan masukan air tawar. Gaya angin juga dapat menjadi signifikan untuk estuari yang besar. Pada sebagian besar estuari, air tawar berasal dari bagian kepala sungai (hulu) dan memiliki bagian peralihan (dekat mulut estuari) antara estuari dan laut (Ji, 2008).

Gambar 2.2 memberikan ilustrasi mengenai sistem estuari yang umumnya panjang dan sempit, meniru seperti sebuah saluran. Sungai merupakan sumber utama air tawar ke dalam estuari yang bercampur dengan air laut sebagaimana elevasi pasang naik dan surut.



Gambar 2 Ilustrasi Sistem Estuari

Pengetahuan intrusi air asin adalah penting untuk mengetahui dinamika sedimen di estuari, penentuan letak bangunan pengambilan (intake) dari saluran primer di daerah persawahan pasang surut atau tambak. Daerah pertanian tidak

boleh dipengaruhi air asin. Oleh karena itu, saluran irigasi harus diletakkan di daerah yang tidak dipengaruhi air asin. Demikian juga, suatu jenis ikan/udang akan berkembang dengan baik pada lingkungan dengan kadar garam tertentu. Letak intake saluran dari suatu tambak harus sedemikian rupa sehingga kadar garam air untuk tambak memenuhi persyaratan (Ji, 2008).

2.3 Pasang Surut

Pasang surut merupakan kenaikan dan penurunan muka air yang dihasilkan dari gaya tarik gravitasi antara bumi, matahari dan bulan. Arus pasang surut terkait dengan gerakan horizontal air. Arus pasang surut berubah kecepatan dan arahnya secara teratur. Pada pasang tinggi di mulut estuari, lereng air permukaan mendorong air menuju ke dalam estuari. Pada pasang rendah, lereng yang berkebalikan mengalirkan air keluar dari estuari. Pasang surut dan sirkulasinya berperan penting pada hidrodinamik, transportasi sedimen dan proses kualitas air di estuari dan perairan pesisir (Ji, 2008).

Bulan memiliki jarak terdekat dengan bumi dibandingkan benda-benda langit lainnya dan memiliki pengaruh terkuat terhadap pasang surut. Gaya sentrifugal dari rotasi bumi juga mempengaruhi pasang surut. Keseimbangan antara dua gaya mengontrol pasang surut di laut dalam. Pada bagian bumi yang menghadap bulan, ada gaya gravitasi yang lebih kuat karena jarak yang lebih pendek. Pada sisi yang jauh dari bulan, gaya gravitasi lebih lemah karena jarak yang lebih jauh. Perbedaan gaya ini menghasilkan pasang tinggi pada sisi yang menghadap bulan (karena gaya tarik bulan yang lebih kuat) dan pada sisi yang jauh dari bulan (karena gaya sentrifugal yang lebih kuat secara relatif) (Ji, 2008).

Pasang surut adalah fluktuasi (gerakan naik turunnya) muka air laut secara berirama karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama bulan dan matahari terhadap massa air laut di bumi (Triatmodjo, 1999). Sedangkan menurut Dronkers (1964) pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Menurut hemat saya, pasang surut air laut adalah

peristiwa perubahan tinggi rendahnya permukaan laut secara periodik yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi benda-benda astronomi, terutama matahari dan bulan.

Pasang surut terdiri dari dua kata, yaitu pasang yang berarti keadaan saat permukaan air laut lebih tinggi daripada rata-rata, dan surut yang berarti keadaan saat permukaan air laut lebih rendah daripada rata-rata. Di Indonesia istilah pasang surut sering disingkat dengan pasut. Pasang surut timbul akibat adanya gerakan dari benda-benda di angkasa yaitu perputaran (rotasi) bumi pada sumbunya, peredaran (revolusi) bulan mengitari bumi serta peredaran (revolusi) bulan mengitari matahari. Gerakan benda-benda angkasa tersebut akan menyebabkan terjadinya beberapa jenis gaya di tiap lokasi di permukaan bumi, gaya-gaya tersebut diketahui sebagai gaya utama pembangkit pasang surut muka air laut. Masing-masing gaya akan menimbulkan pengaruh terhadap kejadian pasang surut yang disebut dengan komponen utama konstanta pasang surut dan gaya tersebut merupakan pengaruh matahari maupun bulan atau kombinasi diantara keduanya. Kejadian yang sebenarnya dari gerakan pasang air laut sangat berbelit-belit, sebab gerakan tersebut tergantung pula pada rotasi bumi, angin, arus laut dan keadaan-keadaan lain yang bersifat setempat. Gaya tarik gravitasi menarik air laut ke arah bulan dan matahari dan menghasilkan dua tonjolan (*bulge*) pasang surut gravitasional di laut. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, yaitu sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari (Wardiyatmoko & Bintarto, 1994).

Umumnya pasang-surut terbagi menjadi dua yaitu pasang surut purnama (*spring tides*) dan pasang-surut perbani (*neep tides*). *spring tides* terjadi ketika bumi, bulan dan matahari berada dalam suatu garis lurus (matahari dan bulan dalam keadaan oposisi). Pada saat itu, akan dihasilkan pasang tinggi yang sangat tinggi dan pasang rendah yang sangat rendah, karena kombinasi gaya tarik dari matahari dan bulan bekerja saling menguatkan. Pasang-surut purnama ini terjadi dua kali setiap bulan, yakni pada saat bulan baru dan bulan purnama (*full moon*). Sedangkan pasang-surut perbani (*neep tides*) terjadi ketika bumi, bulan dan matahari

membentuk sudut tegak lurus, yakni saat bulan membentuk sudut 90° dengan bumi. Pada saat itu akan dihasilkan pasang tinggi yang rendah dan pasang rendah yang tinggi. Pasang-surut perbani ini terjadi dua kali, yaitu pada saat bulan $1/4$ dan $3/4$ (Wardiyatmoko & Bintarto, 1994).

Pasang-surut laut dapat didefinisikan pula sebagai gelombang yang dibangkitkan oleh adanya interaksi antara bumi, matahari dan bulan. Puncak gelombang disebut pasang tinggi (*High Water/RW*) dan lembah gelombang disebut surut/pasang rendah (*Low Water/LW*). Perbedaan vertikal antara pasang tinggi dan pasang rendah disebut rentang pasang-surut atau tunggang pasut (*tidal range*) yang bisa mencapai beberapa meter hingga puluhan meter. Periode pasang-surut adalah waktu antara puncak atau lembah gelombang ke puncak atau lembah gelombang berikutnya. Harga periode pasang-surut bervariasi antara 12 jam 25 menit hingga 24 jam 50 menit (Setiawan, 2006).

Menurut Wibisono (2005), sebenarnya hanya ada tiga tipe dasar pasang-surut yang didasarkan pada periode dan keteraturannya, yaitu sebagai berikut:

1. Pasang-surut tipe harian tunggal (*diurnal type*): yakni bila dalam waktu 24 jam terdapat 1 kali pasang dan 1 kali surut.
2. Pasang-surut tipe tengah harian/ harian ganda (*semi diurnal type*): yakni bila dalam waktu 24 jam terdapat 2 kali pasang dan 2 kali surut.
3. Pasang-surut tipe campuran (*mixed tides*): yakni bila dalam waktu 24 jam terdapat bentuk campuran yang condong ke tipe harian tunggal atau condong ke tipe harian ganda.

Tipe pasang-surut ini penting diketahui untuk studi lingkungan, mengingat bila di suatu lokasi dengan tipe pasang-surut harian tunggal atau campuran condong harian tunggal terjadi pencemaran, maka dalam waktu kurang dari 24 jam, pencemar diharapkan akan tersapu bersih dari lokasi. Namun pencemar akan pindah ke lokasi lain, bila tidak segera dilakukan *clean up*. Berbeda dengan lokasi dengan tipe harian ganda, atau tipe campuran condong harian ganda, maka pencemar tidak akan segera tergelontor keluar. Dalam sebulan, variasi harian dari rentang pasang-surut berubah secara sistematis terhadap siklus bulan. Rentang

pasang-surut juga bergantung pada bentuk perairan dan konfigurasi lantai samudera. Pasang-surut (pasut) di berbagai lokasi mempunyai ciri yang berbeda karena dipengaruhi oleh topografi dasar laut, lebar selat, bentuk teluk dan sebagainya.

Pasang surut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi bulan dan matahari. Kecuali 2 hal tersebut, benda-benda langit lainnya tidak berpengaruh terhadap pasang surut. Hukum Gravitasi Newton menyatakan bahwa gaya tarik gravitasi antara 2 benda adalah sebanding dengan hasil massa kedua benda tersebut dibagi dengan kuadrat jarak diantara keduanya:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (1)$$

Dimana F adalah gaya gravitasi, r adalah jarak antara pusat massa 2 benda, m_1 adalah massa benda 1, m_2 adalah massa benda 2, G adalah konstanta gravitasi ($6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^2$). Bulan memiliki jarak terdekat dengan bumi dibandingkan benda-benda langit lainnya dan memiliki pengaruh terkuat terhadap pasang surut. Gaya sentrifugal dari rotasi bumi juga mempengaruhi pasang surut. Keseimbangan antara dua gaya mengontrol pasang surut di laut dalam. Pada bagian bumi yang menghadap bulan, ada gaya gravitasi yang lebih kuat karena jarak yang lebih pendek. Pada sisi yang jauh dari bulan, gaya gravitasi lebih lemah karena jarak yang lebih jauh. Perbedaan gaya ini menghasilkan pasang tinggi pada sisi yang menghadap bulan (karena gaya tarik bulan yang lebih kuat) dan pada sisi yang jauh dari bulan (karena gaya sentrifugal yang lebih kuat secara relatif) (Ji, 2008).

Tipe pasang surut ditentukan oleh frekuensi air pasang dengan air surut setiap harinya. Wyrcki dalam Wismadi dan Handayani (2014) membagi pasang surut di perairan Indonesia menjadi empat tipe, 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 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

Tipe pasang surut juga dapat ditentukan secara kuantitatif dengan menggunakan 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:

$$F = \frac{O_1 + K_1}{M_2 + S_2} \quad (3)$$

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 dan 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 |

2.4 Struktur Massa Air

Struktur massa air mengacu pada organisasi dan komponen fisik dari massa air dalam suatu wilayah atau ekosistem perairan. Hal ini mencakup sifat fisik dan kimia air, termasuk suhu, salinitas, keasaman (pH), oksigen terlarut, kekeruhan, dan nutrien. Struktur massa air juga melibatkan pola aliran air, termasuk arus permukaan dan arus dalam, serta lapisan termal yang terbentuk di perairan.

Struktur massa air sangat penting karena memengaruhi kehidupan organisme di perairan. Organisme hidup memiliki preferensi terhadap kondisi suhu, salinitas, dan keasaman tertentu. Perubahan dalam struktur massa air dapat mempengaruhi distribusi, reproduksi, dan kelangsungan hidup organisme perairan.

2.4.1 Suhu

Suhu atau temperatur merupakan ukuran energi Gerakan molekul. Suhu bervariasi secara horizontal sesuai dengan garis lintang dan secara vertikal sesuai dengan kedalaman. Suhu merupakan factor penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Temperatur laut adalah besaran fisis yang mempunyai rentang antara 35°C dan -2°C temperatur laut berubah menurut waktu dan tempat, dan untuk tujuan tertentu diperlukan ketelitian pengukuran sebesar $\pm 0,1^\circ\text{C}$. temperatur pada Samudra tropis pada umumnya lebih tinggi dibandingkan di perairan lintang tengah dan perairan kutub. Pada musim panas, temperatur laut lebih panas dibandingkan pada musim dingin. Penyebaran panas di laut terutama diakibatkan oleh gerakan air, seperti arus laut dan turbulensi (Tjasyono, B. 2009).

Distribusi vertical dari suhu air laut akan mengakibatkan terbentuknya lapisan di laut yaitu (Hadi,2003):

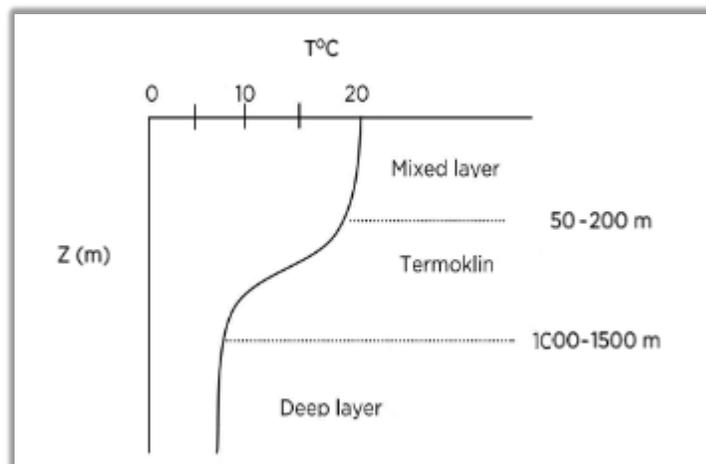
1. Lapisan Homogen atau lapisan tercampur sempurna yang dikenal dengan nama *mixed layer*. Lapisan ini hangat karena lapisan atas yang langsung terkena cahaya matahari, tercampur atau digerakkan oleh angin sehingga pada kedalaman berkisar 50m sampai 200m ini air akan teraduk sempurna. Ketebalan lapisan ini sangat bergantung pada angin yang bertiup di permukaan. Jika angin bertiup kencang atau dengan kecepatan besar, maka *mixed layer* juga

semakin tebal. Hal ini juga berlaku sebaliknya, jika angin melemah maka *mixed layer* akan tipis.

2. Lapisan dimana terjadi pengurangan suhu yang cepat secara vertikal atau terjadinya perubahan suhu yang drastis terhadap kedalaman yang dikenal sebagai lapisan termoklin (*thermocline*). Ini merupakan lapisan tengah yang suhu air akan tercampur antara suhu hangat dan dingin sehingga perairan ini merupakan perairan yang sejuk. Lapisan ini terletak pada kedalaman 1.000m sampai 1.500m, dimana lapisan ini sangat tergantung pada lapisan *mixed layer* yang berada di atasnya.

3. Lapisan dimana suhu berkurang secara perlahan dengan kedalaman. Lapisan ini disebut lapisan dalam (*deep layer*). Pada lapisan ini suhu air rendah atau dingin dan hamper konstan. Perubahan suhu sangat lambat karena suplai panas dari lapisan atas sudah berkurang.

Distribusi suhu secara vertikal diperlihatkan oleh Gambar 3



Gambar 3 Profil Vertikal suhu air laut (Hadi,2003)

Suhu adalah salah satu besaran fisika yang menyatakan panas yang terkandung dalam suatu benda. Suhu permukaan bumi ditentukan terutama oleh jumlah radiasi matahari yang diterima. Distribusi suhu permukaan laut dipengaruhi oleh faktor curah hujan, penguapan, kecepatan angin, lokasi naiknya massa air laut (upwelling) dan intensitas cahaya matahari (Supangat dan Susana, 2000).

Termodinamika merupakan suatu kajian yang menyangkut perubahan energi yang menyertai suatu proses perubahan fisik atau kimia suatu benda. Konsep utama yang digunakan adalah hukum kekekalan energi yang menyatakan bahwa energi adalah kekal adanya, energi hanya ditransformasikan dari satu bentuk ke bentuk yang lain. Bentuk kesetimbangan kimia di perairan alamiah sangat kompleks karena material yang ada berasal dari berbagai sumber.

Menurut Thomas (1992), Transfer kalor didefinisikan sebagai pemindahan energi dari satu tempat ke tempat lain dalam satu sistem yang disebabkan oleh perbedaan suhu.

$$\sum E_0 - \sum E_1 + \frac{\Delta E_3}{\Delta t} = 0 \quad (4)$$

Catatan: rata-rata perubahan energi = 0

Dimana E_0 dan E_1 merupakan pemindahan energi masuk dan keluar ke dalam sistem. $\Delta E_3 / \Delta t$ adalah perubahan energi yang tersimpan di dalam sistem.

Untuk analisis pemindahan kalor di dalam perubahan suatu larutan (fluida), ada dua rumusan dasar, yaitu: (1) prinsip massa konservasi dengan persamaan berikut,

$$\sum m_0 - \sum m_1 + \frac{\Delta m_3}{\Delta t} = 0 \quad (5)$$

Ke (2) hukum Newton kedua, dengan persamaan sebagai berikut,

$$\sum M_{0,x} - \sum M_{1,x} + \frac{\Delta M_{3,x}}{\Delta t} = \sum F_x \quad (6)$$

Dimana M adalah produk dari komponen x dari velocity μ dan massa m . Hakekatnya, berbicara termodinamika tidak terlepas pemahaman tentang panas secara alamiah, cara kerjanya dan identifikasi pengaruhnya pada sistem alam (Rompas, R. M., 2014).

Air memiliki daya muat panas yang tertinggi dari seluruh cairan selain dari pada gas amonia. Air mempunyai daya muat panas yang jauh lebih tinggi dari pada

daratan. Akibatnya untuk menaikkan 1°C air akan membutuhkan panas yang lebih besar dari pada yang dibutuhkan oleh daratan dalam jumlah massa yang sama. Dengan kata kata lain dengan jumlah pemanasan yang sama, daratan akan lebih cepat menjadi panas dari pada lautan. Demikian juga kebalikannya, bahwa lautan lebih efektif untuk menyimpan panas yang diterima dari pada daratan, sehingga pada waktu yang tidak ada pemanasan (malam hari) lautan akan memerlukan waktu yang lebih lama untuk menjadi dingin dari pada daratan (Hutabarat, S. dan Evans, S. M., 1985).

2.4.2 Salinitas

Menurut Tjayono, B. (2009), dua zat yang mencolok dalam laut adalah air dan garam. Salinitas air laut menyatakan jumlah garam dalam jumlah air tertentu. Secara sederhana, salinitas didefinisikan sebagai jumlah total dari zat yang larut dalam garam didalam satu kilogram air laut. Jadi, salinitas adalah besaran yang tidak berdimensi, ia tidak mempunyai unit (satuan). Untuk mengatasi kesulitan ini *International Council fot the Exploration of the Sea* membentuk suatu komisi tahun 1889 yang merekomendasikan definisi mengenai salinita, sebagai berikut:

“Salinitas adalah jumlah total dari zat padat (garam-garam) dalam gram yang larut didalam satu kilogram air laut bila seluruh karbonat telah diubah menjadi *oksida, brom, dan jod* diganti dengan *chlor* dan seluruh materi organik dioksidasi secara sempurna. Definisi ini dipublikasikan pada tahun 1902. Salinitas dinyatakan dengan symbol S (‰) atau S (*parts per thounsand, ppt*).

Air merupakan kebutuhan dasar bagi makhluk hidup yang digunakan dalam berbagai aktivitas sehari – harinya. Air baku adalah air yang memenuhi ketentuan Baku Mutu Air sehingga dapat juga diolah menjadi air minum. Namun fakta di lapangan menunjukkan tidak semua sumber air baku tersebut dapat langsung digunakan sebagai air minum karena banyak yang belum sesuai dengan persyaratan fisik, kimia, ataupun biologi yang telah ditentukan, misalnya air yang asin atau dengan kadar salinitas yang tinggi. Air baku adalah air bersih yang dipakai untuk keperluan air minum, rumah tangga dan industri. Air dapat

dikatakan sebagai air bersih apabila telah memenuhi 4 syarat yaitu syarat fisik, syarat kimia, syarat biologis dan syarat radioaktif (Kunarso, 2020).

Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam air. Salinitas merupakan bagian dari sifat fisik dan kimia suatu perairan, selain suhu, pH, substrat dan lain-lain. Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air. Salinitas perairan menggambarkan kandungan garam dalam suatu perairan. Garam yang dimaksud adalah berbagai ion yang terlarut dalam air termasuk garam dapur (NaCl). Pada umumnya salinitas disebabkan oleh 7 ion utama yaitu natrium (Na), klorida (Cl), kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), sulfat (SO₄) dan bikarbonat (HCO₃) (Kunarso, 2020).

Salinitas biasanya terjadi pada sungai yang secara umum berhubungan langsung dengan laut melalui muara atau estuari. Sirkulasi air di daerah estuari sangat dipengaruhi oleh aliran air tawar yang bersumber dari badan sungai dan air asin yang berasal dari laut. Oleh karena itu, terjadi proses masuknya air laut ke estuari yang dikenal dengan intrusi air laut. Jarak intrusi air laut sangat bergantung dengan pasang surut. Pada bagian sungai, dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian yang dipengaruhi oleh pasang surut dan tidak dipengaruhi oleh pasang surut. Bagian sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut terletak pada hilir sungai, dan bagian yang tidak dipengaruhi pada pasang surut air laut terletak pada bagian hulu sungai. Dilihat dari pengaruh pasang surut, jenis sungai dibagi menjadi dua, yaitu sungai non-pasang surut dan sungai pasang surut (Kunarso, dkk, 2020).

Salinitas diukur berdasarkan jumlah garam yang terkandung dalam satu kilogram air. Contoh perbandingan nyata, air tawar mempunyai salinitas < 0,5‰ dan air minum maksimal 0,2‰. Sumber literatur lain menyebutkan standar air tawar mempunyai salinitas maksimal 1‰ dan salinitas air minum 0,5‰, sedangkan air laut rata-rata mempunyai salinitas 35‰ (Kunarso, dkk, 2020).

Di muara sungai terjadi pertemuan antara air asin dari laut dan air tawar dari sungai. Letak titik temu dan tingkat pencampuran antara air asin dan air tawar sangat bervariasi tergantung kekuatan pasang surut dan debit sungai. Berdasarkan

kekuatan relatif antara pasang surut dan debit sungai, sirkulasi estuari dapat dikelompokkan dalam 3 golongan utama yaitu (Anonim, 1999) : Estuari Berstratifikasi Sempurna (Salt Wedge Estuary), Estuari Tercampur Sebagian (Partial Mixed Estuary), dan Estuari Tercampur Sempurna (Well Mixed Estuary). Faktor-Faktor Penyebab Percampuran di Muara Faktor penyebab percampuran di muara sungai adalah dengan menghubungkan salah satu dari ketiga sumber penyebab percampuran yaitu angin, pasang surut dan debit aliran sungai (Kunarso, dkk, 2020).

Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam air. Satuan salinitas adalah permil (‰) yaitu jumlah berat total (gr) material seperti NaCl yang terkandung dalam 1000 gram air laut. Distribusi salinitas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu penguapan, curah hujan, aliran sungai dan arus laut (Nybakken, 1992).

Salinitas dinyatakan sebagai rasio, maka satuan ‰ (permil) tidak lagi berlaku, praktis nilai 35 ‰ berkaitan dengan nilai 35 dalam satuan. Beberapa oseanografer menggunakan satuan "psu" dalam menuliskan harga salinitas, yang merupakan singkatan dari "practical salinity unit". Karena salinitas praktis adalah rasio, maka sebenarnya ia tidak memiliki satuan, jadi penggunaan satuan "psu" sebenarnya tidak mengandung makna apapun dan tidak diperlukan (Rompas, R. M., 2014).

Salinitas di daerah subpolar (yaitu daerah di atas daerah subtropis hingga mendekati kutub) rendah di permukaan dan bertambah secara tetap (monotonik) terhadap kedalaman. Di daerah subtropis (atau semi tropis, yaitu daerah antara 23,5^o - 40^oLU atau 23,5^o - 40^oLS), salinitas di permukaan lebih besar daripada di kedalaman akibat besarnya evaporasi (penguapan). Di kedalaman sekitar 500 sampai 1000 meter harga salinitasnya rendah dan kembali bertambah secara monotonik terhadap kedalaman. Sementara itu, di daerah tropis salinitas di permukaan lebih rendah daripada di kedalaman akibatnya tingginya presipitasi (curah hujan) (Rompas, R. M., 2014).

Muara sungai dekat estuari, biasanya sirkulasi terjadi akibat adanya aliran/arus sungai, tetapi di estuari dekat mulut sungai dapat terjadi lapisan air

berkadar garam tinggi, sering disebut “*salt wedge of estuary*” (lapisan tebal garam estuari). Sifatnya kadar garam itu berada dibawah lapisan air tawar, karena densitas masing-masing lapisan berbeda, maka akan terjadi dua lapisan di mulut sungai (Rompas, R. M., 2014).

Adanya aliaran pasang air laut memungkinkan pencampuran secara bertahap lapisan air tawar di permukaan perairan muara sungai, jika ada gerakan ombak kemungkinan akan terjadi lapisan air asin naik ke lapisan air tawar, sehingga terjadilah pencampuran air, maka lapisan air tawar di permukaan akan menurun densitasnya, sebaliknya salinitasnya naik (Rompas, R. M., 2014).

Meade (1972) dan Potsma (1980) mengatakan distribusi suspensi partikel di eustuari sangat dipengaruhi oleh dinamika sirkulasi yang terjadi. Dalam kenyataan tenaga arus pasang dapat membuat goyangan di muara sungai, pada keadaan demikian memungkinkan terjadi pengadukan tidak penuh, banyak ahli mengatakan/istilahkan “*partially stratified*”. Pecampuran yang terjadi akibat dorongan atau difusi oleh arus eddy, maka lapisan air asin di bawah akan ke permukaan (upward), sebaliknya air tawar di permukaan akan ke bawah (downward) (Rompas, R. M., 2014).

Menurut Kester (1975) dikutip dari (Chester, 2012) menunjukkan bahwa semakin bertambah nilai salinitas daya kelarutan oksigen makin menurun. Demikian juga dengan suhu, makin naik suhu daya kelarutan oksigen makin kecil (Rompas, R. M., 2014).

Menurut McSween dkk (2003) perairan laut terbuka dan normal salinitas bervariasi dari 33 ‰ sampai 38 ‰, kecuali di laut mati kadar garamnya tinggi bisa mencapai 45‰.

2.5 Penelitian Terdahulu

(Kunarso, dkk, 2020) Selat Makassar merupakan salah satu celah penghubung antara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia dengan karakteristik oseanografi lebih dipengaruhi oleh Samudera Pasifik melalui sirkulasi Arlindo. Sirkulasi Arlindo bersama dengan variasi pergerakan angin muson akan berpengaruh

terhadap distribusi suhu, salinitas dan densitas di lapisan homogen dan termoklin. Penelitian ini bertujuan mengkaji distribusi suhu, salinitas dan densitas di lapisan homogen dan termoklin perairan Selat Makassar. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2015. Data diperoleh dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pesisir (P3SDLP) dengan data primer berupa data suhu, salinitas, densitas dan kedalaman menggunakan instrumen CTD. Stasiun pengambilan data terdiri dari 18 stasiun pengambilan data berdasarkan metode *purposive sampling*. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode analisis statistik deskriptif. Hasil menunjukkan bahwa ketebalan lapisan homogen antara 19,5-68,5 meter. Ketebalan lapisan termoklin bervariasi antara 50-220 meter. Variabilitas ketebalan lapisan homogen dan lapisan termoklin disebabkan beberapa faktor seperti tekanan angin, pemanasan matahari, transpor massa air, dan aktivitas gelombang internal. Sebaran nilai suhu di lapisan homogen bervariasi antara 25,35-29,94°C. Suhu permukaan laut cenderung lebih tinggi di bagian utara Selat Makassar. Suhu di lapisan termoklin berkisar antara 12,09-29,22°C. Salinitas di lapisan homogen bervariasi antara 33,91-34,59‰. Nilai salinitas permukaan laut cenderung lebih tinggi di selatan Selat Makassar. Hal ini diduga disebabkan pengaruh dari Laut Jawa dan Laut Flores. Salinitas di lapisan termoklin bervariasi antara 34,18-34,88‰. Nilai densitas di lapisan homogen bervariasi antara 20,93-22,93 kg/m³. Nilai densitas di lapisan termoklin bervariasi antara 21,47-26,13 kg/m³. Gradien rata – rata temperatur lapisan termoklin antara 0,07-0,14 °C/m. Gradien rata – rata temperatur berbanding terbalik dengan ketebalan lapisan termoklin.

(Sidabutar, E.A, dkk 2019) penelitian ini dilakukan di Perairan Teluk Prigi pada bulan Mei 2017 di 18 stasiun. Parameter suhu, salinitas dan oksigen terlarut diukur secara *in situ* dengan menggunakan multi sensor kualitas air AAQ 1183 pada kedalaman 1, 5 dan 10meter, sedangkan parameter kedalaman diukur menggunakan Echosounder GPS Map 585. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut dalam hubungannya dengan kedalaman di Perairan Teluk Prigi. Hasil menunjukkan bahwa kedalaman

perairan tidak hanya mempengaruhi distribusi suhu, namun juga distribusi salinitas dan oksigen terlarut. Terdapat perbedaan distribusi parameter perairan yang cukup ekstrem pada 18 stasiun tersebut, terutama pada stasiun 2 dan 5, yang masing-masing terletak pada muara sungai dan Pantai Pasir Putih. Distribusi suhu dan oksigen terlarut mempunyai pola yang sama, namun berbanding terbalik dengan distribusi salinitas. Suhu tertinggi dan terendah ditemukan secara berturut-turut pada stasiun 2 (28,18 °C) dan 5 (26,72 °C). Demikian pula, kadar oksigen terlarut tinggi dan terendah terdapat pada stasiun 2 (8,40ppm) dan 5 (7,99ppm). Sebaliknya salinitas tertinggi dan terendah terdapat pada stasiun 5 (34,10‰) dan 2 (32,31‰). Perbedaan ekstrem pada distribusi suhu, oksigen terlarut, dan salinitas antara stasiun 2 dan 5 terjadi karena adanya pengaruh internal yaitu perbedaan batimetri dan kontur kedalaman pada kedua stasiun tersebut. Stasiun 2 memiliki kedalaman yang sangat dangkal (sekitar 4 meter), sedangkan stasiun 5 memiliki kedalaman yang relatif dalam (sekitar 24 meter). Penelitian ini menyarankan tentang pentingnya informasi batimetri dan distribusi kualitas air sebagai dasar untuk pemanfaatan perikanan dan pembangunan pelabuhan.