

**SKRIPSI**

**SEBARAN LIMBAH DOMESTIK KANAL JONGAYA DI  
PERAIRAN CPI (*CENTER POINT OF INDONESIA*)  
MAKASSAR**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**GHAYATRI GITA SHAFIRA WAHAB  
D081 19 1051**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI****SEBARAN LIMBAH DOMESTIK KANAL JONGAYA DI  
PERAIRAN PANTAI CPI (CENTER POINT OF INDONESIA)  
MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh

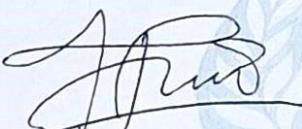
**Ghayatri Gita Shafira Wahab**  
**D081 19 1051**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana pada Program Studi Teknik Kelautan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 27 OKTOBER 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

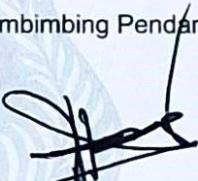
Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

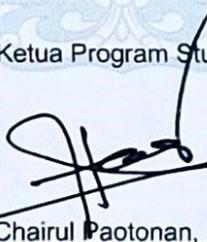


Sabaruddin Rahman, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 19760719 200112 1001



Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T., M.T.  
NIP. 19750605 200212 1003

Ketua Program Studi,



Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T., M.T.  
NIP. 19750605 200212 1003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;  
Nama : Ghayatri Gita Shafira Wahab  
NIM : D081 19 1051  
Program Studi : Teknik Kelautan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul  
(Sebaran Limbah Domestik Kanal Jongaya di Perairan Pantai CPI (*Center Point of Indonesia*) Makassar)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulisan lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitnya. 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.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasikan oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 27 Oktober 2023

Menyatakan,  
  
Ghayatri Gita Shafira Wahab  
D081 19 1051

## ABSTRAK

**GHAYATRI GITA SHAFIRA WAHAB.** *Sebaran Limbah Domestik Kanal Jongaya di Perairan Pantai CPI (Center Point of Indonesia) Makassar (dibimbing oleh Sabaruddin Rahman dan Chairul Paotonan).*

Bertambah banyaknya aktivitas masyarakat urban akibat pertumbuhan penduduk yang begitu signifikan telah menimbulkan beberapa implikasi. Salah satu konsekuensinya adalah jumlah limbah yang dihasilkan perharinya bertambah. Oleh karena itu, kanal jongaya mengalami penurunan fungsi dan juga penurunan kondisi fisik yang memperhatikan. Hal ini dapat berdampak pada tercemarnya kawasan perairan CPI (*Center Point of Indonesia*) sebagai salah – satu *landmark* Kota Makassar yang disebabkan oleh timbulnya berbagai bentuk pencemaran lingkungan khususnya dari limbah domestik maupun limbah industri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran limbah domestik yang bersumber dari Kanal Jongaya sampai kawasan sekitaran CPI pada Perairan Makassar. Metode yang digunakan adalah pendekatan model matematis hidrodinamika untuk mensimulasikan pola arus dan pola sebaran limbah domestik, simulasi ecolab dan simulasi transport untuk mensimulasikan distribusi parameter kualitas air dalam 2D. Hasil simulasi yang diperoleh adalah konsentrasi DO memiliki rentang 5,00 – 5,97 mg/L saat pasang dan 3,71 mg/L – 6,45 mg/L saat surut, konsentrasi BOD memiliki rentang 3,75 – 4,49 mg/L saat pasang dan 3,33 – 3,46 mg/L saat surut, konsentrasi COD memiliki rentang 0,28 – 20,59 mg/L saat pasang dan 80,83 – 97,99 mg/L saat surut, konsentrasi TSS memiliki rentang 0,03 – 85,97 mg/L saat pasang dan 208,64 – 224,95 mg/L saat surut. Berdasarkan hasil konsentrasi tersebut beberapa parameter kualitas air telah melewati batas baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 69 Tahun 2010 Tentang Baku Mutu dan Kriteria Kerusakan Lingkungan Hidup untuk karakteristik mutu air kelas dua.

**Kata Kunci:** BOD, COD, DO, Limbah domestik, Simulasi numerik, TSS

## ABSTRACT

**GHAYATRI GITA SHAFIRA WAHAB.** Distribution of Jongaya Canal Domestic Waste in Coastal Waters CPI (Center Point of Indonesia) Makassar (guided by Sabaruddin Rahman and Chairul Paotonan).

The increasing number of urban community activities due to such significant population growth has caused several implications. One consequence is that the amount of waste produced per day increases. Therefore, the jongaya canal has decreased function and also a decrease in physical condition that is concerning. This can have an impact on the contamination of the CPI (Center Point of Indonesia) water area as one of the landmarks of Makassar City caused by the emergence of various forms of environmental pollution, especially from domestic waste and industrial waste. The purpose of this study is to determine the distribution of domestic waste sourced from the Jongaya Canal to the area around CPI in Makassar Waters. The methods used are hydrodynamic mathematical model approach to simulate flow patterns and distribution patterns of domestic waste, ecolab simulation and transport simulation to simulate the distribution of water quality parameters in 2D. The simulation results obtained were that the concentration of DO had a range of 5.00 – 5.97 mg / L at high tide and 3.71 mg / L – 6.45 mg / L at low tide, the concentration of BOD had a range of 3.75 – 4.49 mg / L at high tide and 3.33 – 3.46 mg / L at low tide, COD concentration had a range of 0.28 – 20.59 mg / L at high tide and 80.83 – 97.99 mg / L at low tide, TSS concentrations range from 0.03 – 85.97 mg/L at high tide and 208.64 – 224.95 mg/L at low tide. Based on the results of these concentration, several water quality parameters have exceeded the quality standards limits set by South Sulawesi Governor Regulation Number 69 of 2010 concerning Quality Standards and Environmental Damage Criteria for second-class water quality characteristics.

**Keywords:** BOD, COD, DO, Domestic waste, Numerical simulation, TSS

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL</b> .....	x
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Kanal .....	4
2.2 Ekosistem Estuari .....	4
2.3 Pencemaran Air .....	5
2.3.1 Limbah cair perkotaan .....	5
2.3.2 Parameter Kualitas Air .....	6
2.3.3 Faktor Pengaruh Kualitas Air .....	7
2.3.4 Klasifikasi Kelas Mutu Air .....	8
2.4 Pemodelan Numerik .....	9
2.4.1 Persamaan Hidrodinamika .....	9
2.4.2 Persamaan Transport .....	10
2.4.3 Persamaan ECO Lab .....	11
2.5 Metode Validasi .....	12
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	14
<b>3.1 Jenis Penelitian</b> .....	14
3.2 Lokasi Penelitian .....	14
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	15

3.3.1	Prosedur Penelitian .....	15
3.3.2	Diagram Alir Pengerjaan .....	17
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>19</b>
4.1	Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air .....	19
4.2	Sebaran Parameter Kualitas Air .....	20
4.2.1	Pemodelan Batimetri .....	20
4.2.2	Pembuatan Syarat Batas Model .....	21
4.2.3	Penentuan Profil Sebaran Sumber Pencemar .....	22
4.2.4	Validasi Pasang Surut .....	23
4.2.5	Validasi Model Kualitas Air .....	26
4.3	Analisa Hasil Model .....	27
4.3.1	Analisa dan Hasil Hidrodinamika .....	27
4.3.2	Analisa dan Hasil Sebaran <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) .....	29
4.3.3	Hasil dan Analisa Sebaran <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD) .....	33
4.3.4	Hasil dan Analisa Sebaran <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) .....	37
4.3.5	Hasil dan Analisa Sebaran <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>45</b>
5.1	Kesimpulan .....	45
5.2	Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>46</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>48</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Lokasi penelitian .....	14
Gambar 3. 2 Diagram alir kerangka penelitian.....	18
Gambar 4. 1 Batimetri lokasi penelitian.....	21
Gambar 4. 2 Kondisi batas domain model.....	22
Gambar 4. 3 Lokasi sumber pencemar .....	23
Gambar 4. 4 Hasil validasi data pasang surut.....	24
Gambar 4. 5 Grafik korelasi data pasang surut.....	26
Gambar 4. 6 Wind rose untuk area perairan CPI.....	28
Gambar 4. 7 Vektor kecepatan arus pada saat akan pasang.....	28
Gambar 4. 8 Vektor kecepatan arus pada saat akan surut.....	29
Gambar 4. 9 Sebaran DO saat menuju pasang.....	30
Gambar 4. 10 Sebaran DO pada saat pasang tertinggi.....	30
Gambar 4. 11 Sebaran DO saat menuju surut .....	31
Gambar 4. 12 Sebaran DO pada saat surut terendah .....	32
Gambar 4. 13 Grafik perbandingan sebaran DO dan baku mutu.....	33
Gambar 4. 14 Sebaran BOD saat menuju pasang .....	34
Gambar 4. 15 Sebaran BOD pada saat pasang tertinggi.....	34
Gambar 4. 16 Sebaran BOD saat menuju surut .....	35
Gambar 4. 17 Sebaran BOD pada saat surut terendah.....	35
Gambar 4. 18 Grafik perbandingan sebaran BOD dan baku mutu .....	37
Gambar 4. 19 Sebaran COD saat menuju pasang.....	38
Gambar 4. 20 Sebaran COD pada saat pasang tertinggi.....	38
Gambar 4. 21 Sebaran COD saat menuju surut.....	39
Gambar 4. 22 Sebaran COD pada saat surut terendah .....	39
Gambar 4. 23 Grafik perbandingan sebaran COD dan baku mutu.....	40
Gambar 4. 24 Sebaran TSS saat menuju pasang .....	41
Gambar 4. 25 Sebaran TSS pada saat pasang tertinggi.....	42
Gambar 4. 26 Sebaran TSS saat menuju surut.....	42
Gambar 4. 27 Sebaran TSS pada saat surut terendah.....	43
Gambar 4. 28 Grafik perbandingan sebaran TSS dan baku mutu .....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Range nilai MAPE.....	13
Tabel 3. 1 Sumber data dan penggunaannya.....	16
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Karakteristik Kualitas Air .....	20
Tabel 4. 2 Kondisi Batas Pemodelan Numerik Kawasan Perairan CPI.....	22
Tabel 4. 3 Komponen Harmonik Pasang Surut .....	24
Tabel 4. 4 Interpretasi Koefisien Korelasi.....	25
Tabel 4. 5 Hasil Kalibrasi Parameter DO Menggunakan Sampel Air .....	26
Tabel 4. 6 Hasil Kalibrasi Parameter BOD Menggunakan Sampel Air .....	26
Tabel 4. 7 Hasil Kalibrasi Parameter COD Menggunakan Sampel Air .....	27
Tabel 4. 8 Hasil Kalibrasi Parameter TSS Menggunakan Sampel Air .....	27

## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
h	Kedalaman perairan (m)
d	Variasi kedalaman air terhadap waktu (m)
$\xi$	Surface elevation (m)
p,q	rata – rata kecepatan di tiap kedalaman ( $m^3/s/m$ )
C	koefisien resistan Chezy ( $m^{1/2}/s$ )
g	percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )
f	faktor friksi angin
V	Kecepatan angin (m/s)
$\Omega$	parameter Coriolis ( $s^{-1}$ )
Pa	tekanan atmosfer ( $kg/m/s^2$ )
$\rho_w$	densitas air ( $kg/m^3$ )
t	variable waktu (s)
$\tau$	komponen shear stress efektif
$P_c$	proses ECO Lab
c	konsentrasi dari variable ECO Lab
D	koefisien disperse
$S_c$	<i>source</i> dan <i>sinks</i>
Pt	Data Aktual
Ft	Data model/prediksi
m	Periode waktu
F	Bilangan formzhal
A	Amplitudo
K1	Unsur pasut tunggal yang disebabkan oleh gaya tarik matahari
O1	Unsur pasut tunggal yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
M2	Unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
S2	Unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Sebaran Limbah Domestik Kanal Jongaya di Perairan Pantai CPI (Center Point of Indonesia) Makassar**”. Salam dan sholawat tidak lupa tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing kita semua sebagai umat islam dari alam yang gelap gulita sampai alam yang terang benderang seperti sekarang. Skripsi ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Dalam pelaksanaan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi ini, Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Namun demikian, berkat dukungan dan motivasi dari berbagai pihak, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulis mengucapkan Terima Kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, khususnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Ayahanda **Ir. Ghazali Wahab** (almarhum) dan Ibunda **Ir. Hj. Hadiyani Abdullah** yang telah tulus dan penuh kasih sayang mencurahkan perhatian dan doa kepada Penulis.
2. Bapak **Sabaruddin Rahman, S.T., M.T., Ph.D.** selaku dosen pembimbing utama sekaligus kepala *Coastal and Ocean Modelling Laboratory* yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
3. Bapak **Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T., M.T.** selaku dosen pembimbing pendamping sekaligus Ketua Departemen Teknik Kelautan yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan penulisan skripsi serta telah mengesahkan skripsi ini.
4. Ibu **Dr. Hasdinar Umar, S.T., M.T.** dan Bapak **Dr. Eng. Achmad Yasir Baeda, S.T., M.T.** selaku dosen penguji yang memberikan kritik dan saran yang membangun pada skripsi ini.
5. Seluruh **Dosen Departemen Teknik Kelautan** yang telah memberikan pengalaman dan pengetahuannya kepada penulis selama proses perkuliahan.

6. **Staf Administrasi Departemen Teknik Kelautan** yang telah membantu segala aktivitas administrasi penulis selama perkuliahan.
7. Saudara penulis, Kakak **Ghamal Nasser Wahab, S.Pi.** beserta Kakak **Apt. Putri Utami Muis, S.Farm** yang senantiasa memberikan motivasi selama penulis melaksanakan penelitian, Kakak **Ghalib Ghibran Wahab, S.T.** yang senantiasa memberikan bantuan moril dan materi untuk penulis, Kakak **Ghardenia Annisa Gabriella Wahab, S.Pi.** yang setia membantu dan menemani penulis selama proses penelitian serta **Keluarga Besar** penulis yang senantiasa mendoakan, membantu dan senantiasa memberikan dorongan dan motivasi hingga penulis bisa berada di titik ini.
8. **Teman – teman Mahasiswa Teknik Kelautan 2019 terkhusus rekan-rekan Labo Pantai 2019** yang telah menjadi keluarga penulis selama perkuliahan dan selalu memberikan motivasi dan dukungannya membantu penulis hingga menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman – teman penulis yang sangat dicintai dan penulis banggakan, **MSP18 dan KKN 108 Laiyolo Baru** yang senantiasa memberikan motivasi kepada penulis selama proses penyelesaian skripsi ini.
10. **Sahabat – sahabat** tercinta yang senantiasa menampung segala kerandoman, keluh kesah dan tidak lupa mengajarkan ajaran sesat serta setia foto dan videokan langit untuk Gita, guys ily to the moon and back.
11. Kepada seluruh pihak yang tak sempat penulis ucapkan satu per satu, terima kasih yang sebesar – besarnya untuk segala sumbangsih selama proses penyelesaian skripsi ini.
12. Terakhir, untuk **Gita**, terima kasih karena berani melangkah hingga saat ini. Terima kasih karena kamu tidak menyerah walaupun diterjang badai suka dan dukanya sebuah pilihan hidup. Remember to Loving you, supporting you and believe in you always.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati, Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penulis yang lebih baik. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan nilai manfaat bagi ilmu pengetahuan, serta segala amal baik pihak – pihak yang telah membantu penulis mendapatkan berkah dan karunia Tuhan Yang Maha Esa.

Makassar, 23 Oktober 2023

Ghayatri Gita Shafira Wahab

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kota Makassar merupakan salah satu kota madya dan sekaligus ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan yang berada pada 5°8'S 119°25'E, di pesisir barat daya pulau Sulawesi, berhadapan dengan Selat Makassar. Secara geografis kota Makassar berada di tengah-tengah kepulauan Nusantara atau *Center Point of Indonesia* dan menjadi salah satu kota besar di Kawasan Timur Indonesia (KTI) dalam klasifikasi kota metropolitan yang ditandai dengan jumlah penduduk lebih dari 1 juta jiwa. Kota Makassar sebagai salah satu pusat pelayanan di KTI memiliki peran sebagai pusat kegiatan pemerintah, pusat perdagangan dan jasa, pusat kegiatan industri, simpul jasa angkutan barang dan penumpang baik darat, laut, udara dan pusat pelayanan pendidikan serta pusat kegiatan kesehatan.

Secara administrasi kota Makassar terdiri dari 14 kecamatan dan 143 kelurahan. Prasetya dkk. (2023) menyatakan bahwa, Kota Makassar yang terletak dan dekat dengan pantai sepanjang koridor pada bagian Barat dan Utara yang mencirikan sebagai *Waterfront City* yang didalamnya mengalir beberapa sungai dan kanal melalui 30 kelurahan yang bermuara ke dalam kota. Tiga kanal di Kota Makassar dengan panjang keseluruhan kanal mencapai 15,11 km, yang terdiri dari kanal Jongaya 7,83 km yang bermuara pada laut sebelah Barat Kota Makassar, Kanal Panampu 4,92 km yang bermuara pada kawasan pelabuhan Potere di sebelah Utara Kota Makassar dan kanal Sinrijala 2,36 km yang bermuara pada sungai Tallo di sebelah Timur Kota Makassar. Sejak tahun 1990, Kanal Jongaya sebagai salah satu kanal di Kota Makassar berfungsi sebagai drainase perkotaan dan juga sebagai basis utama pengendalian banjir (Fisu, 2019).

Dengan bertambah banyaknya aktivitas masyarakat urban akibat pertumbuhan penduduk yang begitu signifikan telah menimbulkan beberapa implikasi. Salah satu konsekuensinya adalah jumlah limbah yang dihasilkan perharinya bertambah. Oleh karena itu, Kanal Jongaya mengalami penurunan fungsi dan juga penurunan kondisi fisik yang memperhatikan, sangat terlihat jelas dengan banyaknya sampah hampir diseluruh sisi kanal, kondisi airnya juga sudah tercemar dilihat dari warnanya yang berwarna hitam, serta bau yang ditimbulkan juga sangat busuk dan tingkat sedimentasi pada kanal yang tinggi sehingga terjadi pendangkalan pada kanal. Hal ini dapat berdampak pada tercemarnya kawasan

perairan CPI (*Center Point of Indonesia*) sebagai salah – satu *landmark* Kota Makassar yang disebabkan oleh timbulnya berbagai bentuk pencemaran lingkungan khususnya dari limbah domestik maupun limbah industri.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis akan melakukan penelitian yang berjudul “**SEBARAN LIMBAH DOMESTIK KANAL JONGAYA DI PERAIRAN PANTAI CPI (CENTER POINT OF INDONESIA) MAKASSAR**” sebagai upaya mengidentifikasi sebaran limbah domestik yang bersumber dari kanal jongaya pada kawasan sekitaran perairan Makassar.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang menjadi kajian dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana sebaran limbah domestik terhadap kualitas air tercemar yang bersumber dari Kanal Jongaya di perairan pantai CPI (*Center Point of Indonesia*) Makassar.
2. Bagaimana sebaran limbah domestik Kanal Jongaya di perairan pantai CPI (*Center Point of Indonesia*) Makassar.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat pencemaran dan sebaran limbah domestik yang bersumber dari Kanal Jongaya di perairan pantai CPI (*Center Point of Indonesia*) Makassar.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian Sebaran Limbah Domestik Kanal Jongaya di perairan pantai CPI (*Center Point of Indonesia*) Makassar adalah:

1. Dapat dijadikan dasar informasi untuk mengidentifikasi sebaran limbah domestik Kanal Jongaya di perairan pantai CPI (*Center Point of Indonesia*) Makassar.
2. Sebagai tambahan pengetahuan bagi penulis dalam memahami ilmu yang sedang di tekuni.

### **1.5 Batasan Masalah**

Untuk menghindari penelitian yang terlalu luas dan untuk memberikan arah yang terfokus serta mempermudah penyelesaian masalah dengan baik sesuai dengan tujuan yang dicapai, maka perlu adanya pembatasan masalah berupa:

1. Fokusan area studi yang dianalisa terbatas pada aliran Kanal Jongaya di perairan pantai CPI (*Center Point of Indonesia*) Makassar.
2. Pengukuran tingkat pencemaran berupa pengukuran sebaran limbah domestik dengan parameter kualitas air berupa DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kanal**

Kanal atau saluran air adalah jalur buatan yang digali atau dibangun untuk mengalirkan air atau cairan lainnya dari satu kawasan ke badan air penerima. Dalam bahasa Indonesia, Kanal bisa merujuk pada parit di permukaan tanah atau gorong-gorong dibawah tanah. Kanal biasanya dirancang untuk mengatur aliran air untuk keperluan transportasi, pengendalian banjir, pengolahan limbah, sanitasi, dan penghematan energi (Wicaksono, 2017).

Menurut Burhan dkk. (2021) menyatakan bahwa umumnya kanal merupakan bagian dari aliran sungai dengan pelebaran atau pendalaman pada bagian tertentu. Kanal terdiri dari dua macam, yaitu kanal yang hanya digunakan untuk mengarahkan dan mengalirkan air saja dan satunya adalah kanal yang merupakan jalur transportasi yang dapat di navigasi, digunakan untuk angkutan barang dan orang, seringkali terhubung dengan sungai, laut dan danau (Wicaksono, 2017).

Menurut Peraturan Menteri PUPR Nomor 12 tahun 2014 menyatakan kanal kota merupakan bangunan yang ikut mengatur, mengendalikan, mengalirkan, menampung, dan menyalurkan sistem aliran air agar aman dan mudah mengeringkan bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari air hujan, air limbah, maupun luapan sungai yang melintas di dalam kota. Sistem kanal perkotaan mencakup wilayah perkotaan, termasuk permukiman, kawasan industri, kawasan perdagangan, kawasan pusat pemerintah, dan kawasan wisata.

#### **2.2 Ekosistem Estuari**

Ekosistem estuari adalah ekosistem yang terdapat di daerah pertemuan antara air sungai dan air laut. Hal tersebut membuat ekosistem estuari berbeda dengan ekosistem air laut dan ekosistem sungai. Perbedaan paling utama adalah salinitas atau kadar garam dalam ekosistem estuari yang lebih rendah dibandingkan ekosistem air laut, tetapi tetap lebih tinggi dari ekosistem sungai. Estuari merupakan wilayah di antara laut dan sungai, daerah estuari yang dekat. Estuari adalah wilayah pesisir semi-tertutup yang mempunyai hubungan bebas dengan laut terbuka dan menerima masukan air tawar dari daratan. Karakteristik

estuaria adalah wilayah pesisir semi-tertutup dengan badan air yang mempunyai hubungan bebas dengan laut terbuka dan menerima masukan air tawar dari daratan. Daerah estuary menjadi salah satu daerah yang terkena dampak paling besar dari pembuangan limbah dari kegiatan manusia diantaranya, perindustrian, pertambangan, limbah rumah tangga, pembuangan sampah, pertanian dan sebagainya (Yogaswara, 2020).

Biota air yang hidup di estuari terdiri dari: (1) jenis-jenis endemik (seluruh hidupnya tinggal di estuari) seperti bermacam kerang dan kepiting serta berbagai jenis ikan, (2) spesies-spesies yang hanya tinggal untuk sementara waktu di estuari seperti larva beberapa spesies udang dan ikan yang setelah menjadi dewasa seksual bermigrasi ke laut bebas, (3) jenis-jenis biota air tawar, dan (4) jenis-jenis biota laut. Tanaman di estuari terdiri atas tanaman besar (makro) dan mikro. Tanaman besar mangrove, lamun, dan algae mikro yang tumbuh di dasar perairan. Juga terdapat ganggang berukuran mikroskopis kecil yang hidup sebagai fitoplankton atau fitobenthik (Direktorat pesisir dan lautan, 2009).

### **2.3 Pencemaran Air**

Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 menyatakan bahwa pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga melampaui Baku Mutu Air yang telah ditetapkan. Pengendalian pencemaran air dilaksanakan dengan upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran air serta pemulihan kualitas air untuk menjamin kualitas air agar sesuai dengan baku mutu air. Setiap badan air yang kualitasnya telah terpengaruh akibat aktivitas manusia dapat dianggap sebagai air limbah yang mencemari lingkungan (Karila dkk., 2022).

#### **2.3.1 Limbah cair perkotaan**

Menurut Adisanjaya dkk. (2011) berpendapat bahwa setiap rumah tangga yang tinggal di perkotaan pasti akan membutuhkan tempat pembuangan air limbah. Sebagian besar rumah tangga membuang air limbah di sungai, drainase, kanal atau badan air lainnya. Air limbah mengandung senyawa – senyawa polutan yang dapat merusak ekosistem air. Air limbah menjadi persoalan kontemporer seiring kepadatan penduduk yang semakin meningkat sehingga menghasilkan limbah yang memberi sumbangan pada penurunan kualitas air (Agustiningsih dkk., 2012).

Limbah cair yang dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan lebih lanjut mengakibatkan badan penerima terkontaminasi senyawa – senyawa pencemar sehingga tidak bisa dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan serta dapat mengganggu keseimbangan kehidupan perairan bila melebihi baku mutu (Angraini dkk., 2022).

### 2.3.2 Parameter Kualitas Air

Menurut Scholichin (2012) menyatakan bahwa air yang tercemar dapat dilihat sebagai penentuan pengolahan limbah yang efektif, strategi konservasi air serta pengurangan beban. Dalam menentukan karakteristik limbah, parameter – parameter yang dipakai antara lain:

#### 1. Parameter Kekeruhan

Kekeruhan menunjukkan sifat optis air yang mengakibatkan terbatasnya cahaya yang masuk ke dalam air. Hal ini terjadi karena adanya partikel – partikel tanah liat, lempung, lanau atau akibat buangan limbah rumah tangga maupun limbah industri atau bahkan karena adanya mikroorganisme dengan jumlah besar.

#### 2. Parameter Bau

Bau ditimbulkan karena adanya aktivitas mikroorganisme yang menguraikan zat organik atau dari reaksi kimia yang terjadi dan menghasilkan gas tertentu. Bau biasanya timbul pada limbah yang sudah lama terendap.

#### 3. Parameter Padatan

Pengukuran padatan hadir dalam air berupa zat – zat tersuspensi atau terlarut dan dapat dibedakan dalam bentuk organik atau inorganic. Total Padatan Terlarut (*Total Dissolved Solid – TDS*) adalah jumlah padatan yang berasal dari materi – materi terlarut, sedangkan Padatan Tersuspensi (*Suspended Solid = SS*) adalah partikel tersuspensi yang dapat diukur dengan menggunakan kertas saring halus.

#### 4. Parameter Suhu

Suhu dari limbah sangat berpengaruh terhadap kecepatan reaksi dan pengaruhnya terhadap kelarutan suatu gas, bau dan rasa dalam air. Suhu air limbah biasanya lebih tinggi daripada air bersih, karena adanya tambahan air hangat dari perkotaan.

#### 5. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk oksidasi bahan organik secara kimiawi. Bahan organik yang terukur dalam Analisa COD adalah organik *biodegradable* dan *nonbiodegradable*. Semakin tinggi nilai COD dalam air

maka semakin tercemar badan air tersebut. Hal ini disebabkan semakin tinggi kebutuhan oksigen dalam air untuk melakukan proses *self purifikasi*.

#### 6. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

*Biochemical Oxygen Demand* (BOD) adalah suatu ukuran yang menunjukkan kebutuhan oksigen untuk mendegradasi zat organik secara biokimia. Kandungan BOD dalam air ditentukan berdasarkan selisih oksigen yang diserap oleh sampel limbah cair akibat adanya mikroorganisme selama satu periode waktu tertentu, yang biasanya adalah 5 hari.

#### 7. DO (*Dissolved Oxygen*)

Parameter DO atau Oksigen terlarut adalah jumlah oksigen yang terlarut dalam air. Kandungan DO merupakan hal yang penting bagi kelangsungan organisme perairan, sehingga penentuan kadar DO dalam air dapat dijadikan ukuran untuk menentukan mutu air.

#### 8. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) adalah ukuran dari konsentrasi ion hidrogen untuk menentukan sifat asam dan basa. Perubahan pH pada air sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, maupun biologi dari organisme yang hidup di dalamnya.

### 2.3.3 Faktor Pengaruh Kualitas Air

#### 1. Pasang Surut

Menurut Yuliardi (2023) menyatakan bahwa tingggi muka air laut disebabkan oleh gaya gravitasi benda – benda langit sebagai faktor astronomi yang mempengaruhi pasang surut. Gaya Tarik menarik antara Matahari, Bulan dan Bumi selalu menyebabkan Gerakan relatif dan merupakan gaya gravitasi utama yang bekerja Faktor non-astonomis yang mempengaruhi pasang surut terutama di perairan semi tertutup (teluk) antara lain adalah bentuk garis pantai dan topografi dasar perairan. Terjadinya pasang surut juga dipengaruhi oleh pasang surut yang masuk ke estuari, sehingga arus pasang surut yang terjadi tergantung dengan kedalaman perairan (pola batimetri), morfologi muara, sifat sedimen dasar, kekuatan pengaduk (*mixing*) dan lain sebagainya (Husna, 2018).

#### 2. Musim

Musim berhubungan dengan *flushing time*. *Flushing time* merupakan penilaian penting dalam kualitas air muara karena dipengaruhi oleh variable waktu. Secara umum, sistem *flushing time* membutuhkan pasang surut, batimetri dan angin yang digunakan untuk memperkirakan kapasitas asimilasi yang dibawa oleh

air tawar ke suatu estuari. Kapasitas asimilasi adalah kemampuan suatu estuary untuk menyerap bahan pencemar dan nutrient tanpa mengalami kerusakan yang signifikan (Shaha dkk., 2012).

### 3. Temperatur dan Salinitas

Temperatur dan salinitas adalah karakteristik fisik air laut yang sangat penting, karena dapat digunakan untuk mengidentifikasi badan air laut secara umum. Temperatur dan salinitas dapat berpengaruh pada eutrofikasi baik secara biologi maupun fisika. Temperatur air sangat mempengaruhi jumlah alga, siklus kinetik unsur hara, dan dekomposisi biologi. Menurut Ji (2017) menyatakan bahwa faktor perbedaan temperatur dan salinitas dapat menciptakan ruang dan gradien sementara DO pada badan perairan. Terdapat tiga komponen biota yang hidup di estuari, yaitu biota laut, perairan tawar, dan perairan payau atau estuari yang memiliki batas toleransi terhadap salinitas (Sakinah, 2016).

#### **2.3.4 Klasifikasi Kelas Mutu Air**

Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air pada pasal 8 ayat 1, bahwa klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas:

##### 1. Kelas satu

Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang memper-syaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

##### 2. Kelas dua

Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

##### 3. Kelas tiga

Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

##### 4. Kelas empat

Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

## 2.4 Pemodelan Numerik

Pemodelan numerik digunakan untuk mempelajari suatu fenomena atau proses ke dalam persamaan – persamaan diskrit/numerik. Pemodelan umumnya memiliki dua tujuan yaitu untuk memahami dan melakukan simulasi atau memprediksi. Pemodelan numerik terdiri dari beberapa tahapan, yaitu pemodelan persoalan dunia nyata ke dalam persamaan matematika, penyederhanaan model, formulasi numerik, dan implementasi model numerik dalam pemodelan.

Menurut Edwards dkk (1989) menyatakan bahwa pemodelan matematika adalah suatu proses merepresentasikan dan menjelaskan permasalahan pada dunia nyata ke dalam pernyataan matematis. Model matematika digunakan untuk mempelajari suatu fenomena tertentu di dunia nyata dan menjelaskan sistem dengan menggunakan konsep dan bahasa matematika ataupun dengan komputasi. Model yang dikontrol dengan komputasi numerik inilah yang kemudian biasa disebut pemodelan numerik (Sakinah, 2016).

### 2.4.1 Persamaan Hidrodinamika

Simulasi aliran air beserta variasi elevasinya sejatinya dapat disimulasikan dengan beberapa persamaan. Persamaan umum yang bisa digunakan untuk mensimulasikan aliran air dan variasi elevasinya untuk perairan estuari, teluk dan daerah pantai antara lain persamaan kontinuitas dan momentum dalam pemodelan hidrodinamika (Wiladatu, 2016).

Persamaan – persamaan ini merupakan persamaan hidrodinamika sebagai aliran unsteady 2D dalam satu layer yang dianggap sama secara vertikal. Prinsip – prinsip dasar persamaan konservasi masa dan momentum yang meliputi persamaan kontinuitas, momentum dan persamaan dispersiadveksi yang diintegrasikan secara vertikal sehingga bisa menjelaskan aliran fluida dalam variasi sebaran (Abbott dkk., 1978).

Persamaan kontinuitas:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t} \quad (2.1)$$

Persamaan Momentum Sumbu – X:

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{c^2 \cdot h^2} - \\ \frac{1}{\rho_w} \left[ \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega p - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0 \end{aligned} \quad (2.2)$$

Persamaan Momentum Sumbu – Y:

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{c^2 \cdot h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[ \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega p - fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (p_a) = 0 \quad (2.3)$$

dimana:

$h(x,y,t)$	= kedalaman perairan (m)
$d(x,y,t)$	= variasi kedalaman air terhadap waktu (m)
$\xi(x,y,t)$	= <i>surface elevation</i> (m)
$p,q(x,y,t)$	= <i>flux density</i> pada arah -x dan -y ( $m^3/s/m$ ) = (uh,vh); (u,v) = rata – rata kecepatan di tiap kedalaman
$C(x,y)$	= koefisien resistan Chezy ( $m^{1/2}/s$ )
$g$	= percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )
$f(V)$	= faktor friksi angin
$V, V_x, V_y(x,y,t)$	= kecepatan angin pada -x dan -y (m/s)
$\Omega(x,y)$	= parameter Coriolis, bergantung pada latitude ( $s^{-1}$ )
$P_a(x,y,t)$	= tekanan atmosfer ( $kg/m^2$ )
$\rho_w$	= densitas air ( $kg/m^3$ )
$x,y$	= koordinat ruang (m)
$t$	= variable waktu (s)
$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$	= komponen shear stress efektif

*Bed shear stress* pada arah x dan y dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Melor, 1998):

$$\tau_{bx} = \rho c_f U \sqrt{U^2 + V^2} \left[ 1 + \left( \frac{\partial x_b}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial x_b}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (2.4)$$

$$\tau_{by} = \rho c_f V \sqrt{U^2 + V^2} \left[ 1 + \left( \frac{\partial x_b}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial x_b}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (2.5)$$

Dimana  $C_f$  adalah koefisien gesekan.

#### 2.4.2 Persamaan Transport

Menurut Ulum dkk. (2017) menyatakan bahwa distribusi kualitas air yang merupakan substansi dalam bentuk larutan dan partikel dapat diketahui dengan

pendekatan modul transport. Beberapa pendekatan model dinamik yang digunakan untuk menggambarkan kualitas perairan mengacu pada pengembangan model 2-D berdasarkan persamaan momentum dan persamaan kontinuitas dengan mempertimbangkan kedalaman dimana  $h = \eta + d$  adalah (DHI, 2012):

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial \overline{hu}}{\partial x} + \frac{\partial \overline{hv}}{\partial y} = hS \quad (2.6)$$

dimana:

$h$	= kedalaman air total
$\eta (x,y,t)$	= elevasi muka air laut
$d$	= kedalaman air
$S$	= debit kanal
$U (x,y,t)$	= kecepatan rata-rata terhadap kedalaman pada sumbu x
$V (x,y,t)$	= kecepatan rata-rata terhadap kedalaman pada sumbu y

### 2.4.3 Persamaan ECO Lab

ECO Lab merupakan *software* MIKE *Powered by* DHI yang digunakan untuk melakukan simulasi numerik untuk pemodelan ekologi yang merupakan bagian dari penilaian dampak lingkungan (EIA) dari berbagai aktivitas manusia. MIKE ECO Lab memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan model ekosistem perairan untuk mensimulasikan kualitas air, eutrofikasi, logam berat, ekologi dll (DHI, 2020).

Persamaan yang digunakan untuk menganalisa data kualitas air dengan ECO Lab ini adalah:

$$P_c = \frac{dc}{dt} = \sum_{i=1}^n process_i \quad (2.7)$$

dimana,	$P_c$ = proses ECO Lab
	$c$ = konsentrasi dari variable ECO Lab
	$n$ = Jumlah proses yang dimasukkan kedalam variable proses
	= ekspresi spesifik tanggal termasuk argument seperti, fungsi matematika, <i>built in fuction</i> , angka, gaya, variable tetap dan konstan

Dinamika advectif dari variable dasar ECO Lab dapat diketahui dengan persamaan transportasi berikut:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} + w \frac{\partial c}{\partial z} = D_x \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + D_z \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} + S_c + P_c \quad (2.8)$$

Dimana,  $u, v, w$  = komponen kecepatan

$D_x, D_y, D_z$  = koefisien disperse

$S_c$  = *source* dan *sinks*

Sehingga, persamaan transportasi dapat ditulis sebagai berikut:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = AD_c + P_c \quad (2.9)$$

Dimana  $AD_c$  adalah angka perubahan konsentrasi akibat adanya adveksi (berdasarkan hidrodinamika), dan disperse termasuk *source* dan *sinks*  $AD_c$  bergantung pada diskritisasi dan diselesaikan dengan teknik volume terbatas di Mike 21/3 ECO Lab FM8 (Suntoyo dkk., 2015).

## 2.5 Metode Validasi

Besar ketepatan peramalan atau pemodelan menunjukkan bahwa seberapa jauh model dapat memproduksi data yang telah diketahui. Terdapat dua validasi yang digunakan untuk metode kalibrasi, yaitu *root mean square error* (RMSE) dan rata-rata presentasi error absolut. Persamaan RMSE adalah sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (x_{a,i} - x_{b,i})^2}{m}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (x_{obs,i} - x_{model,i})^2}{m}} \quad (2.10)$$

dengan  $m$ ,  $X_{obs}$ ,  $X_{model}$  berturut – turut adalah jumlah data, data aktual dan data model/prediksi. Model/prediksi dikatakan diterima apabila nilai RMSE kurang dari 1. Sedangkan presentase kesalahan dari *error absolut* menggunakan persamaan 11.

$$MAPE = \left( \frac{1}{M} \sum_{l=1}^M \left| \frac{e_l}{Z_{n+1}} \right| \right) 100 \% \quad (2.11)$$

dimana,  $M$  adalah banyaknya data dan  $e_l$  berasal dari persamaan 12 berikut:

$$e_l = Z_{n+1} - Z_n(l) \quad (2.12)$$

dimana,  $Z_{n+1}$  adalah data pengukuran dan  $Z_n(l)$ , merupakan data pemodelan. Sedangkan *persentase error* dari *error absolut* menggunakan persamaan 11.

MAPE adalah singkatan dari *mean absolute percentage error*. MAPE merupakan ukuran standar yang sering digunakan dalam ukuran kesesuaian permodelan (Lawrance, 2009).

Nilai yang dihasilkan dari perhitungan MAPE dari permodelan semakin kecil maka permodelan tersebut semakin baik. Untuk mengetahui *akurasi* model dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Range nilai MAPE

Range MAPE	Keterangan
<10%	Kompetensi model peramalan sangat baik
10 – 20%	Kompetensi model peramalan baik
20 – 50%	Kompetensi model peramalan layak
>50%	Kompetensi model peramalan buruk

(Sumber: Nabila dan Ranggadara, 2020)