

**THESIS**

**PENGELOLAAN AIR LIMBAH DI KANAL PANAMPU BERBASIS *WATER SENSITIVE URBAN DESIGN* (WSUD) SEBAGAI PENDUKUNG  
PENINGKATAN KUALITAS KOTA**

**MUH. FADHLAN SINDANGAN**

**P052192002**



**MANAJEMEN PERKOTAAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2023**

**PENGELOLAAN AIR LIMBAH DI KANAL PANAMPU BERBASIS *WATER SENSITIVE URBAN DESIGN* (WSUD) SEBAGAI PENDUKUNG  
PENINGKATAN KUALITAS KOTA**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Manajemen Perkotaan

Disusun dan diajukan oleh

MUH. FADHLAN SINDANGAN

P052192002

kepada

**MANAJEMEN PERKOTAAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN TESIS**

**PENGELOLAAN AIR LIMBAH DI KANAL PANAMPU BERBASIS WATER  
SENSITIVE URBAN DESIGN (WSUD) SEBAGAI PENDUKUNG PENINGKATAN  
KUALITAS KOTA**

Disusun dan diajukan oleh

**MUH. FADHLAN SINDANGAN  
P052192002**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Program Studi Manajemen Perkotaan  
Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 27 Desember 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

**Ir. Mukti Ali., S.T., M.T., Ph.D., IPU**  
NIP. 19741211 200501 1 001

Pembimbing Pendamping

**Dr. Muhammad Sobarsyah., SE., M.Si**  
NIP. 19680628 199403 1 002

Ketua Program Studi  
Magister Manajemen Perkotaan

**Prof. Dr. Ir. Arifuddin Akil, M.T**  
NIP. 19630504 199512 1 001

Dekan Sekolah Pascasarjana  
Universitas Hasanuddin



**Dr. Budu, Ph.D., Sp.M(K), M.Med.Ed**  
NIP. 19661231 199503 1 009

**PERNYATAAN KEASLIAN TESIS  
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini penulis menyatakan bahwa, tesis berjudul "Pengelolaan Air Limbah di Kanal Panampu Berbasis *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) Sebagai Pendukung Peningkatan Kualitas Kota" adalah benar karya penulis dengan arahan dari pembimbing (Bapak Ir. Mukti Ali., ST., MT., Ph.D sebagai Pembimbing Utama dan Bapak Dr. Muhammad Sobarsyah., SE., M.Si sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal sebagai artikel dengan judul "Pengelolaan Air Limbah di Kanal Panampu Berbasis *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) Sebagai Pendukung Peningkatan Kualitas Kota".

Dengan ini penulis melimpahkan hak cipta dari karya tulis berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, Desember 2023



Muh. Fachlan Sindangan  
P052192002



## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis bersyukur bahwa tesis ini akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Penelitian yang penulis lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan tesis ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan dari Bapak Ir. Mukti Ali., ST., MT., Ph.D sebagai Pembimbing Utama dan Bapak Dr. Muhammad Sobarsyah., SE., M.Si sebagai Pembimbing Pendamping. Penulis mengucapkan berlimpah terima kasih kepada para pembimbing. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada para penguji, Bapak Prof. Dr. Ir. S. Trisutomo, MS., Bapak Dr. Ir. Zainuddin Zahir, MSc., dan Bapak Prof. Dr. Ir. Arifuddin Akil, MT. yang turut membantu penulis dalam penyusunan tesis dengan arahan serta masukan yang diberikan kepada penulis hingga penyelesaian tesis.

Kepada Bapak Ibu Dosen Program Studi Manajemen Perkotaan yang tidak sempat disebutkan namanya satu persatu, penulis ucapkan terima kasih atas segala ilmu dan pengetahuan yang telah diberikan selama penulis menjalani perkuliahan di Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pimpinan Universitas Hasanuddin dan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi penulis menempuh program magister serta para staf dan rekan lainnya.



Akhirnya, mengucapkan limpah terima kasih kepada kedua orang tua tercinta penulis yang telah tulus ikhlas memberikan kasih sayang, cinta, doa, perhatian, dukungan moral dan materil yang telah diberikan selama ini. Terima kasih telah meluangkan segenap waktunya untuk mengasuh, mendidik, membimbing, dan mengiringi perjalanan hidup penulis dibarengi alunan doa yang tiada henti agar penulis sukses dalam menggapai cita-cita. Dan juga penulis ucapkan terima kasih adik penulis atas perhatian, kasih sayang, canda tawa dan yang telah membantu penulis dalam menyusun serta motivasi kepada penulis.

## ABSTRAK

MUH. FADHLAN SINDANGAN. **Studi pengelolaan air limbah di Kanal Pannampu berbasis WSUD sebagai pendukung peningkatan kualitas Kota** (dibimbing Oleh Mukti Ali dan Muhammad Sobarsyah).

Kanal Panampu di Kota Makassar menghadapi permasalahan serius seperti pencemaran air dan tumpukan sampah. Untuk mengatasinya, diperlukan transformasi pengelolaan air menjadi sistem sirkuler berbasis Water Sensitive Urban Design (WSUD) guna menciptakan urban metabolisme yang berkelanjutan dan meminimalisasi dampak negatif terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting dan sumber pencemaran terhadap Kanal Pannampu, mengidentifikasi pengelolaan air limbah di Kanal Pannampu ditinjau dari elemen WSUD dan menyusun strategi penerapan konsep pengelolaan air limbah berbasis Water Sensitive Urban Design (WSUD). Adapun metode analisis yang digunakan yaitu analisis deskriptif kualitatif, analisis spasial dan analisis *overlay*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Kanal Pannampu saat ini telah tercemar oleh aktivitas masyarakat di sekitar kanal berupa aktivitas rumah tangga, perdagangan maupun industri. Apabila ditinjau berdasarkan lima komponen WSUD, pengelolaan air limbah di Kanal Pannampu jauh dari kata berkelanjutan yang ditandai dengan tidak adanya filtrasi, tidak adanya penggunaan kembali air, dan minimnya area resapan air di sekitar kanal. Adapun strategi penerapan konsep WSUD dalam pengelolaan air limbah Kanal Pannampu berupa penyaluran jalan, pengelolaan aliran air, pemanfaatan material permeabel, dan pemanenan air hujan di sepanjang Kanal Pannampu. Selain itu strategi disusun dengan melakukan penerapan pengelolaan lingkungan sesuai dengan regulasi terkait. Dengan strategi tersebut diharapkan dapat terjadi peningkatan kualitas lingkungan Kota Makassar.

Kata Kunci: Pengelolaan, air limbah, Pannampu, WSUD, Kualitas



 <b>GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS</b>	
<b>Abstrak ini telah diperiksa.</b>	<b>Paraf Ketua / Sekretaris,</b>
<b>Tanggal :</b> _____	

## ABSTRACT

MUH. FADHLAN SINDANGAN. **Study of Wastewater Management in Panampu Canal based on WSUD as a Support for Urban Quality Improvement** (supervised by Mukti Ali and Muhammad Sobarsyah).

Panampu Canal in Makassar City is facing serious issues such as water pollution and accumulation of waste. To address these issues, a transformation of water management into a circular system based on Water Sensitive Urban Design (WSUD) is necessary to create a sustainable urban metabolism and minimize negative environmental impacts. This research aims to identify the existing conditions and sources of pollution in the Panampu Canal, assess wastewater management in the canal in terms of WSUD elements, and formulate strategies for implementing wastewater management based on Water Sensitive Urban Design (WSUD) concepts. The analysis methods employed include qualitative descriptive analysis, spatial analysis, and overlay analysis. The results of this study indicate that the Panampu Canal is currently contaminated by various activities of the surrounding community, including household, trade, and industrial activities. When evaluated based on the five WSUD components, wastewater management in the Panampu Canal is far from sustainable, characterized by a lack of filtration, the absence of water reuse, and a shortage of water infiltration areas around the canal. The proposed strategies for implementing WSUD concepts in Panampu Canal wastewater management include road alignment, water flow management, the use of permeable materials, and rainwater harvesting along the Panampu Canal. Furthermore, the strategy is formulated by implementing environmental management in accordance with relevant regulations. It is expected that these strategies will lead to an improvement in the environmental quality of the city of Makassar.

Keywords: Management, wastewater, Panampu, WSUD, Quality

 <b>GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS</b>	
<b>Abstrak ini telah diperiksa.</b>	<b>Paraf Ketua / Sekretaris.</b>
<b>Tanggal :</b> _____	

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan penulis kemudahan sehingga dapat menyelesaikan tesis ini dengan tepat waktu. Tanpa pertolongan-Nya tentunya penulis tidak akan sanggup untuk menyelesaikan tesis ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafa'atnya di akhirat nanti.

Penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas limpahan nikmat sehat-Nya, baik itu berupa sehat fisik maupun akal pikiran, sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan pembuatan tesis sebagai persyaratan untuk ujian pascasarjana program Manajemen Perkotaan.

Penulis tentu menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak terdapat kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik serta saran dari pembaca untuk tesis ini, agar nantinya dapat menjadi tesis yang lebih baik lagi. Demikian, dan apabila terdapat banyak kesalahan pada tesis ini penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, khususnya kepada Bapak Ir. Mukti Ali., ST., MT., Ph.D dan Bapak Dr. Muhammad Sobarsyah., SE., M.Si yang telah menjadi pembimbing penulis dalam penyusunan maupun penulisan tesis ini.

Demikian, apabila terdapat banyak kesalahan pada tesis ini penulis mohon maaf dan semoga tesis ini dapat bermanfaat. Terima kasih.

Makassar, ..... 2023

Muh. Fadhlan Sindangan



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN PENGAJUAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN TESIS.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....</b>	<b>iv</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Pertanyaan Penelitian.....	8
1.3. Tujuan Penelitian .....	8
1.4. Manfaat Penelitian .....	8
<b>BAB II KAJIAN TEORI.....</b>	<b>9</b>
2.1 Kanal .....	9
2.2 Pencemaran .....	12
2.3 Banjir .....	13
2.4 Kebijakan Penataan Ruang dan Penanggulangan Bencana .....	17
2.5 Penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Identifikasi dan Pemetaan Kawasan Rawan Banjir .....	18
2.6 Hidrologi .....	21
2.7 Definisi Water Sensitive Urban Design (WSUD) .....	22
2.8 Prinsip-prinsip WSUD .....	22
2.9 Manfaat WSUD.....	23
2.10 Tinjauan Proyek Implementasi WSUD .....	23
2.11 Penelitian Terdahulu .....	25
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	28
3.2 Metode Penelitian .....	30
3.3 Kebutuhan Data .....	36
3.4 Kerangka Penelitian .....	38
<b>BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1 Gambaran Umum.....	39
4.2 Kondisi Eksisting dan Tata Lingkungan air limbah di Kanal Panampu ....	48
4.3 Pengelolaan Air Limbah di Kanal Pannampu dan Penerapan Konsep <i>Water Sensitive Urban Design (WSUD)</i> .....	69
4.4 Arahkan Strategi Lapangan Berdasarkan Pada Kebijakan terkait WSUD..	90
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>92</b>
4.1 Kesimpulan .....	92
4.2 Saran .....	93
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>94</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>97</b>

## DAFTAR TABEL

1.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik .....	2
1.2 Baku Mutu Air di Muara Kanal Pannampu .....	3
1.3 Baku Mutu Air di Outlet Pasar Terong, Sekitar Kanal Pannampu.....	3
1.4 Elemen Konsep <i>Water Sensitive Urban Design</i> (WSUD) .....	5
1.5 Proyek Skala Besar WSUD.....	5
1.6 Proyek Skala Menengah WSUD .....	6
2.1 Proyek Skala Besar .....	23
2.2 Proyek Skala Memengah.....	24
2.3 Penelitian Terdahulu .....	25
3.1 Tahapan dan Waktu Penelitian .....	29
3.2 Model Analisis Faktor Strategi Internal (IFAS).....	32
3.3 Model Analisis Faktor Strategi Eksternal (EFAS) .....	32
3.4 Matriks IFE ( <i>Internal Factor Evaluation</i> ).....	34
3.5 Kebutuhan Data.....	36
4.1 Luas Wilayah Kota Makassar.....	39
4.2 Jumlah Penduduk Kota Makassar.....	40
4.3 Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk Kecamatan Tallo.....	42
4.4 Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk Kecamatan Bontoala .....	43
4.5 Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk Kecamatan Ujung Pandang .....	44
4.6 Fungsi Bangunan Disekitar Kanal Pannampu .....	48
4.7 Identifikasi Kondisi Fisik Bangunan.....	50
4.8 Jumlah Bangunan Pada Jarak 100 Meter dari Tepi Kanal .....	51
4.9 Kondisi Fasilitas Pendukung di Kanal Pannampu .....	55
4.10 .....	Hasil Kuisisioner
Penelitian terkait Faktor-faktor yang Mendorong Masyarakat untuk Membuang Sampah di Sungai .....	62
4.11 Pengelolaan Air Limbah Kanal Pannampu Berdasarkan Elemen WSUD	70
4.12 Klasifikasi Faktor yang Berpengaruh dalam analisis SWOT.....	73
4.13 Kategori Nilai Rating .....	75
4.14 Matriks IFAS Strategi Penerapan WSUD dalam Pengelolaan Air Limbah Kanal Pannampu .....	76
4.15 Matriks EFAS Strategi Penerapan WSUD dalam Pengelolaan Air Limbah Kanal Pannampu .....	76
4.16 Matriks SWOT .....	77
4.17 Strategi Penerapan Pengelolaan Air Limbah Berbasis WSUD.....	80

4.18 Arahana Strategi Lapangan Berdasarkan Regulasi/Kebijakan.....	90
--------------------------------------------------------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

3.1	Peta Batasan Lokasi Penelitian .....	28
3.2	Kerangka Penelitian.....	38
4.1	Peta Adminiatrasi Kota Makassar .....	41
4.2	Peta Administrasi Kecamatan Lokasi Studi.....	45
4.3	Kanal Pannampu .....	46
4.4	Peta Administrasi Lokasi Penelitian .....	48
4.5	Kondisi Bangunan yang Tidak Teratur di Tepi Kanal Pannampu .....	51
4.6	Peta Fungsi Bangunan Sekitar Kanal Pannampu .....	53
4.7	Peta Titik Pencemaran Kanal Pannampu.....	59
4.8	Peta Mapping Survey Kanal Pannampu.....	60
4.9	Tangki Penampungan Air Bersih disekitar Kanal Pannampu .....	63
4.10	Aliran Limbah yang Langsung Ke Kanal Pannampu .....	63
4.11	Peta Bangunan yang Tidak Memiliki Filtrasi Limbah disekitar Kanal Pannampu .....	64
4.12	Kendaraan Motor Pengangkut Sampah disekitar Kanal Pannampu .....	65
4.13(a)	Pembuangan Sampah disekitar Kanal Pannampu dan (b) Pembuangan Sampah didalam Kanal Pannampu.....	66
4.14(a)	Drainase Terbuka Sekitar Kanal Pannampu dan (b) Drainase Tertutup Sekitar Kanal Pannampu .....	66
4.15	Sampah yang Terdapat Pada Aliran Drainase Kanal Pannampu .....	67
4.16	Peta Tata Lingkungan Ar Limbah Kanal Pannampu.....	68
4.17	Diagram SWOT .....	79
4.18	Peta Penerapan Elemen WSUD <i>Local Public Open Space Networks</i> ....	85
4.19	Peta Penerapan Elemen WSUD <i>Housing Layout</i> .....	86
4.20	Peta Penerapan Elemen WSUD <i>Road Layout</i> .....	87
4.21	Peta Penerapan Elemen WSUD <i>Streetscape Layout</i> .....	88
4.22	Pola Jaringan Air pada Program RISE .....	89

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Hasil Kuisisioner .....	97
Lampiran II Contoh Kuisisioner.....	101



## DAFTAR ISTILAH

Istilah	Arti dan Penjelasan
<i>WSUD (Water Sensitive Urban Design)</i>	Konsep perencanaan lahan dan rekayasa pendekatan keteknikan yang mengintegrasikan siklus air perkotaan, termasuk air hujan, air tanah dan pengelolaan air limbah dan air bersih, ke dalam desain perkotaan untuk meminimalkan kerusakan lingkungan dan meningkatkan daya tarik estetika dan rekreasi.
<i>Local Public Open Space Networks</i>	Jaringan ruang terbuka publik yang terdapat pada lokasi studi.
<i>Buffer Strips</i>	Garis penyangga antara lokasi studi dengan badan air yang biasanya berupa vegetasi seperti rumput.
<i>Filtration/Retention Basin</i>	Bak filtrasi/retensi yang berfungsi sebagai penyaring dalam proses pengelolaan air
<i>Drainage Corridors</i>	Kondisi koridor drainase pada lokasi studi
<i>Housing Layout</i>	Tata letak perumahan pada lokasi studi
<i>Setbacks</i>	jarak antara bangunan dengan jalan, sungai, dll
<i>Buffer Zones</i>	Kawasan penyangga sebagai kawasan resapan air, berupa sebagai penahan sedimen tanah sehingga mencegah sedimen terbawa air limpasan ketika hujan terjadi dan memenuhi drainase pada kawasan permukiman.
<i>Orientation</i>	Orientasi permukiman terhadap lokasi studi.
<i>Reduced Paving</i>	Pengurangan penggunaan <i>paving</i> atau perkerasan.
<i>Road Layout</i>	Tata letak jalan pada lokasi studi
<i>Road Alligment</i>	Penyalarsan jalan dengan memastikan bahwa jalan kolektor lokal sejajar dengan kontur tanah.
<i>Reduce Impervieous Surfaces</i>	Pengurangan permukaan kedap air seperti <i>paving block</i> yang padat tanpa perencanaan detensi dan infiltrasi air.
<i>Roadside Detention</i>	Detensi/penahanan pada pinggir jalan, untuk mencegah terjadinya limpasan air yang dapat menyebabkan banjir
<i>Minor and Major Flows</i>	Pengelolaan aliran air kecil dan besar pada lokasi studi
<i>Streetscape Layout</i>	Ruang milik jalan

<i>Reduce Paved Areas</i>	Pengurangan area perkerasan seperti <i>paving block</i> tanpa infiltrasi
<i>Localised Filtration/ Detention</i>	Filtrasi/ Penahanan lokal seperti menggunakan saluran repan air lokal, parit – parit filtrasi dan lubang untuk menahan dan menyaring air limpasan pada saat puncak badai terjadi
<i>Stormwater Reycling</i>	Pemanenan air hujan
Pencemaran	masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan. Segala sesuatu yang dapat menimbulkan pencemaran disebut polutan (bahan pencemar).
Evaluasi	Pengukuran dan perbaikan suatu kegiatan seperti membandingkan dan menganalisis hasil aktivitas.
Pengelolaan air	Upaya merencanakan, melaksanakan, memantau, dan mengevaluasi penyelenggaraan konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, dan pengendalian daya rusak air.
Air Limbah	Air buangan atau sisa air yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya, dan pada umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu lingkungan hidup

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia saat ini sedang diterpa isu penurunan kualitas lingkungan hidup yang semakin hari tampak nyata. Penurunan kualitas lingkungan hidup ini terjadi di daerah-daerah atau kota-kota yang sedang berkembang. Kegiatan pembangunan dari berbagai aktivitas masyarakat mempunyai pengaruh langsung terhadap daya dukung lingkungan sehingga terjadi pergeseran keseimbangan lingkungan yang tidak proporsional, tidak efisien dan kurangnya tingkat kesadaran masyarakat dalam pengelolaan lingkungan hidup, sehingga menimbulkan permasalahan lingkungan yang cukup serius (Rahayu dkk, 2021).

Kota Makassar merupakan salah satu kota metropolitan di Indonesia yang berkembang pesat seiring dengan pertumbuhan pembangunan nasional. Peningkatan jumlah penduduk di Kota Makassar mengakibatkan meningkatnya aktivitas termasuk pada wilayah pesisir di kota tersebut, seperti pemanfaatan industri, pariwisata, transportasi dan juga pemanfaatan lainnya. Disepanjang pesisir Makassar bermuara dua sungai besar yaitu Sungai Tallo dan Sungai Jeneberang juga 11 (sebelas) saluran drainase, dimana kedua sungai dan saluran-saluran tersebut berkontribusi terhadap perubahan kualitas lingkungan perairan yang dampaknya dapat mengganggu fungsi ekologi ekosistem di perairan pesisir (Suharto dkk, 2018). Salah satu yang termasuk dalam wilayah tersebut adalah Kanal Pannampu yang menghubungkan laut dengan aliran dalam kota, dan terletak diantara 3 (tiga) kecamatan diantaranya Kecamatan Bontoala, Kecamatan Tallo, dan Kecamatan Ujung Pandang.

Kebersihan Kanal di Kota Makassar dapat dikatakan dalam kondisi yang tidak baik dan sangat memprihatinkan. Hampir seluruh permukaan kanal tertutup dengan sampah plastik maupun tumbuhan liar. Dari sekitar 30 km panjang delapan ruas kanal yang ada di Kota Makassar, tak satupun bebas dari sampah. Hal ini pun terjadi di Kanal Pannampu, dimana pada kanal ini terjadi penumpukan sampah khususnya di sekitar Pasar Terong dan Sungai Saddang Baru. Penumpukan sampah tersebut dikarenakan para pedagang yang ada di Pasar Terong yang berlokasikan disekitar Kanal Pannampu, sebagian besar memanfaatkan kanal

tersebut sebagai tempat pembuangan sampah sehingga terjadi pencemaran kanal. Hal ini juga dapat menyebabkan terjadinya banjir ketika curah hujan tinggi (Rahayu dkk, 2021).

Timbulnya pencemaran air disebabkan adanya sumber pencemaran, yaitu adanya zat/bahan asing yang masuk ke media air sehingga menimbulkan terjadinya perubahan lingkungan. Perubahan tersebut dapat terjadi tergantung pada besarnya jumlah maupun tingkat toksik dari limbah yang dimasukkan ke lingkungan dan faktor daya tampung lingkungan dalam menampung limbah tersebut agar tidak terjadi kerusakan lingkungan. Adapun sumber pencemaran yang berasal dari aktivitas manusia dapat dikategorikan kedalam suatu lokasi tertentu (point source) dan tak tentu/tersebar (non point/diffuse source). Sumber tertentu memiliki kejelasan korelasi antara suatu aktivitas sebagai sumber pencemar sehingga lebih mudah diidentifikasi, dibandingkan dengan sumber tidak tentu yang mencakup sebaran berbagai aktivitas yang luas dan berkaitan dengan dampak tidak langsung yang dirasakan. Sumber pencemaran dari berbagai aktivitas masyarakat dapat berupa zat padat, cair dan gas yang dapat dapat terlarut, tersuspensi, tersedimentasi dan lepas sebagai gas dalam media air (Suyasa, 2015).

Kondisi air yang tercemar dapat diidentifikasi dengan melihat perbedaan karakteristiknya dibandingkan dengan air bersih. Perbedaan karakteristik tersebut dapat berupa perbedaan secara fisik, kimia dan biologi. Air limbah dikatakan tercemar apabila kandungan zat dalam air tersebut telah melebihi baku mutu air limbah yang telah ditetapkan berdasarkan Baku Mutu Lingkungan sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Adapun baku mutu air limbah domestik tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 1.1** Baku Mutu Air Limbah Domestik

<b>Parameter</b>	<b>Satuan</b>	<b>Kadar maksimum*</b>
pH	–	6 – 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	jumlah/100mL	3000

Parameter	Satuan	Kadar maksimum*
Debit	L/orang/hari	100

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor: P.68/Menlhk Setjen/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

Keterangan: Rumah susun, penginapan, asrama, pelayanan kesehatan, lembaga pendidikan, perkantoran, perniagaan, pasar, rumah makan, balai pertemuan, arena rekreasi, permukiman, industri, IPAL kawasan, IPAL permukiman, IPAL perkotaan, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal dan lembaga pemasyarakatan.

Adapun pengukuran baku mutu air Kanal Pannampu telah dikaji dalam penelitian Leonard (2023) namun penelitian yang dilakukan berlokasi di muara Kanal Pannampu yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 1.2** Baku Mutu Air di Muara Kanal Pannampu

No.	Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Metode Uji
1	pH	-	7.1	SNI 06-6989.11-2004
2	BOD	mg/L	1.20	SNI 6989.72:2009
3	DO	Mg/L	6.30	SNI 06-6989.14-2004
4	Coliform Total	MPN/100 ml	50	APHA 9221 B ed 22 <sup>nd</sup>

Sumber: Leonard (2023), dimodifikasi oleh Penulis

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa baku mutu air di muara Kanal Pannampu berada dibawah ambang batas baku mutu yang berarti masih tergolong aman. Meski demikian kondisi air pada sepanjang kanal sudah tercemar yang ditandai dengan bau tidak sedap dan warna hitam pada air.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Makbul dkk. (2022) menjelaskan bahwa kualitas air pada outlet Pasar Terong Kota Makassar melebihi Baku Mutu Air Kelas II berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 dengan parameter sebagai berikut.

**Tabel 1.3** Baku Mutu Air di Outlet Pasar Terong, Sekitar Kanal Pannampu

No.	Parameter	Satuan	Hasil Analisis
1	pH	-	7.18
2	BOD	mg/L	52.05
3	COD	mg/L	132.95
4	TSS	mg/L	106.72

Sumber: Makbul dkk. (2022), dimodifikasi oleh Penulis

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa kandungan BOD, COD, dan TSS air kanal telah melebihi kadar maksimum baku mutu air limbah domestik . Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kondisi kualitas limbah cair Pasar Terong Kota Makassar berada pada status tercemar sedang (Makbul dkk., 2022). Berbagai aktivitas di Pasar Terong menghasilkan limbah cair baik dari kegiatan

perdagangan, perkantoran, kamar mandi dan kios makanan. Diharapkan adanya pengolahan maupun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) tersendiri yang digunakan dalam penanganan limbah cair Pasar Terong maupun spot-spot lain disekitar kanal sehingga pencemaran kanal dapat ditangani secara optimal.

Keadaan tersebut sering kali menyebabkan banjir pada lokasi sekitar kanal. menurut Ditjen Penataan Ruang Departemen PU, banjir adalah aliran air di permukaan tanah yang relatif tinggi dan tidak dapat ditampung oleh saluran drainase atau sungai sehinggah melimpah ke kanan dan ke kiri serta menimbulkan genangan atau aliran dalam jumlah melebihi normal dan mengakibatkan kerugian. Terdapat beragam faktor penyebab terjadinya sebuah bencana banjir. Namun secara universal penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan ke dalam 2 kategori, yaitu bencana banjir yang disebabkan oleh faktor alami dan bencana banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia. (Akbar, 2013). Dan yang terjadi pada Kanal Pannampu sendiri secara garis besar diakibatkan oleh bencana banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia, dimana hal ini ditandai dengan beberapa titik yang terdapat penumpukan sampah pada badan air kanal dan juga pembuangan limbah yang menyebabkan terjadinya sedimentasi pada pada bangunan kanal.

Setiap bahan pencemar yang masuk ke badan air di perairan berpotensi menyebabkan penurunan kualitas perairan yang akan mengurangi fungsi biologis dan ekologis dari ekosistem. Oleh karena itu pengelolaan kualitas dan pengendalian pencemaran air perlu dilakukan untuk menjaga agar potensi wilayah pesisir tetap terjaga dan memberikan manfaat bagi masyarakat (Suharto dkk, 2018).

Water Sensitive Urban Design (WSUD) merupakan salah satu konsep desain infrastruktur ramah lingkungan yang dapat diterapkan. Dimana konsep ini menitikberatkan pada manajemen keberlanjutan siklus air perkotaan dengan cara mengintegrasikan air perkotaan yang terdiri atas air hujan, air tanah, dan air hasil pengelolaan limbah kedalam suatu desain perkotaan yang dapat meminimalkan kerusakan lingkungan (Aurora dalam Rahmat dkk, 2019). Konsep WSUD dilengkapi dengan elemen atau komponen dalam analisisnya. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 1.4** Elemen Konsep Water Sensitive Urban Design (WSUD)



No.	Komponen WSUD	Elemen
1	<i>Local public open space networks</i>	<i>Buffer strips Filtration/Retention Basin Networked Public Open Spaces Drainage Corridors Natural Drainage</i>
2	<i>Housing layout</i>	<i>Increase Public Open Space Setbacks Buffer Zones Orientation Reduced Paving</i>
3	<i>Road layout</i>	<i>Road Alligment Reduce Impervieous Surfaces Roadside Detention Minor and Major Flows</i>
4	<i>Streetscape layout</i>	<i>Reduce Paved Areas Localised Filtration/Detention Stormwater Reycling</i>

Sumber: Dewi dkk., 2022

Dari keempat komponen beserta elemen-elemennya dapat membantu pengelolaan air limbah yang ada di Kanal Pannampu, dimana konsep WSUD pun merupakan konsep yang berfokus pada pengelolaan air dalam hal ini termasuk pengelolaan air limbah. Selain dapat mengurangi terjadinya banjir, penerapan konsep ini juga dapat berperan dalam penanganan limbah yang ada di Kanal Pannampu. Konsep WSUD telah berhasil diterapkan untuk mengatasi berbagai masalah pengairan di beberapa lokasi yang berbeda. Untuk lebih lanjutnya, terkait penerapan konsep WSUD di beberapa tempat dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 1.5** Proyek Skala Besar WSUD

Nama Proyek	Lokasi	Masalah Utama	Tujuan Utama
From Grey to Green	Portland, Oregon, USA	Saluran pembuangan limbah mengalami peluapan secara berkala ketika terjadi hujan lebat.	Mengembangkan program manajemen air limpasan yang berkelanjutan untuk mengatasi luapan air limbah sekaligus menciptakan suasana kota hijau.
Waterplan 2	Rotterdam, Netherlands	Dampak perubahan iklim (peningkatan curah hujan dan kenaikan air laut) terhadap penyebab terjadinya banjir local.	Mengintegrasikan antara manajemen air dan pengembangan spasial to mengatasi permasalahan air dan meningkatkan daya tarik kawasan perkotaan

<b>Nama Proyek</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Masalah Utama</b>	<b>Tujuan Utama</b>
Blue-Green Network	Lodz, Poland	Permasalahan sistem pengairan secara kualitatif dan kuantitatif	Mengembangkan perencanaan manajemen penampungan air dengan melibatkan seluruh <i>stakeholders</i> .

Sumber: Manual Guidelines WSUD, 2006

Pada tabel diatas telah dijabarkan beberapa proyek skala besar dalam penerapan WSUD dalam pengelolaan airnya. Hal ini menunjukkan bahwa konsep WSUD ini efektif digunakan untuk mengatasi masalah limbah dan sistem pengairan dalam skala besar. Adapun beberapa proyek yang menggunakan konsep WSUD dalam skala menengah dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 1.6** Proyek Skala Menengah WSUD

<b>Nama Proyek</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Tipe Proyek</b>	<b>Tujuan Utama</b>
Tanner Springs Park	Portland, Oregon, USA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taman publik</li> <li>• Urban</li> <li>• Kawasan pemukiman /komersial</li> </ul>	Desentralisasi manajemen air limpasan untuk mengembalikan fungsi danau alami di kawasan perkotaan yang padat yang juga dapat dimanfaatkan untuk tujuan rekreasi.
Trabrennbahn Farmsen	Hamburg, Jerman	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengembangan kawasan baru</li> <li>• Suburban</li> <li>• pemukiman</li> </ul>	Mengaplikasikan manajemen limpasan air secara <i>on-site</i> melalui implementasi dari sistem drainase terbuka.
Hohlgraben-äcker	Stuttgart, Germany	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengembangan kawasan baru</li> <li>• Suburban</li> <li>• pemukiman</li> </ul>	Upaya penghematan manajemen limpasan air melalui aplikasi <i>green roofs</i> (atap hijau), pengembangan jalur pedestrian dengan daya serap air yang tinggi.

Sumber: Manual Guidelines WSUD, 2006

Tabel diatas diuraikan terkait proyek-proyek penerapan konsep WSUD secara internasional mulai dari proyek dengan skala besar hingga proyek dengan skala menengah. Berdasarkan hal tersebut, melihat konsep ini telah digunakan di beberapa negara dengan skala besar dan menengah maka dapat dikatakan penerapan konsep WSUD dapat memberikan peluang yang sama pada lokasi studi dengan mempertimbangkan komponen dan elemen-elemen yang dapat diterapkan pada lokasi studi.

Penerapan konsep Water Sensitive Urban Design (WSUD) dalam pengelolaan air limbah di Kanal, terutama pada kanal yang tidak memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), memiliki dasar ilmiah yang kuat dan memberikan solusi yang berkelanjutan. Pertama-tama, WSUD dapat secara efektif meningkatkan kualitas air limbah dengan memanfaatkan prinsip-prinsip pengelolaan air yang berkelanjutan. Dengan menggunakan infrastruktur hijau dan biru, WSUD memungkinkan penyerapan dan filtrasi alami air hujan, sehingga mengurangi beban pencemaran yang masuk ke dalam kanal.

Lebih lanjut, prinsip WSUD mempromosikan pemanfaatan lahan terbuka hijau untuk menyerap air hujan, memfasilitasi proses infiltrasi ke dalam tanah, dan memperbaiki kualitas air secara alami. Dengan cara ini, WSUD dapat membantu mengurangi beban pencemaran di kanal, yang dapat terjadi ketika air limbah tidak diolah dengan baik. Selain itu, penggunaan desain berbasis ekosistem dalam WSUD dapat meningkatkan keseimbangan ekosistem air, mengurangi risiko penyebaran penyakit, dan meningkatkan keberlanjutan ekologis di sekitar kanal. Penerapan WSUD pada kanal tanpa IPAL juga dapat mengatasi masalah erosi tanah dan sedimentasi. Dengan merancang sistem drainase berkelanjutan, WSUD dapat mengelola aliran air hujan dengan lebih efisien, mengurangi erosi tanah, dan mencegah pengendapan material padat yang dapat merusak kualitas air di kanal.

WSUD memungkinkan konservasi air dan efisiensi penggunaan air, yang menjadi faktor krusial terutama di kawasan tanpa IPAL. Praktik-praktik seperti pengumpulan dan pemanfaatan air hujan dapat membantu mengurangi tekanan terhadap sumber daya air bersih, memberikan alternatif yang berkelanjutan dalam pengelolaan air, dan menghindarkan kanal dari dampak negatif akibat pengelolaan air yang tidak efisien. Dengan berbagai manfaat tersebut, penerapan konsep WSUD di kanal tanpa IPAL bukan hanya menjadi solusi yang berkelanjutan untuk mengelola air limbah, tetapi juga memperkuat keberlanjutan ekologis dan kesejahteraan masyarakat di sekitar kanal tersebut.

Dengan begitu dirumuskan penelitian terkait “Pengelolaan Air Limbah di Kanal Panampu Berbasis Water Sensitive Urban Design (WSUD) sebagai Upaya Pengendalian Limbah di Kanal Pannampu” untuk melihat bagaimana peran konsep WSUD terhadap pengelolaan limbah lokasi studi.

## **1.2 Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan uraian di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini guna mendukung peningkatan kualitas kota perlu dibangun WSUD sebagai wadah atau sistem pengelolaan air limbah di Kota Makassar. Oleh karena itu, berikut merupakan pertanyaan penelitian:

1. Bagaimana kondisi eksisting dan tata lingkungan air limbah di lokasi studi?
2. Bagaimana pengelolaan air limbah di lokasi studi dan penerapan konsep WSUD?
3. Bagaimana arahan strategi lapangan berdasarkan pada kebijakan?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dalam penelitian sebagai berikut:

1. mengidentifikasi kondisi eksisting dan tata lingkungan air limbah di lokasi studi.
2. Mengidentifikasi pengelolaan air limbah di lokasi studi dan merencanakan penerapan konsep WSUD.
3. Menyusun strategi lapangan berdasarkan kebijakan terkait.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dalam penelitian ini antara lain:

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan kelak dapat menjadi masukan dan acuan dalam pengenalan tentang kawasan kanal ideal bagi pemerintah Kota Makassar dan sekitarnya.
2. Bagi mahasiswa dan lembaga formal, diharapkan penelitian ini membantu ilmu dalam pengembangan wilayah perkotaan, khususnya pengembangan kawasan tepian air atau pesisir.
3. Penelitian ini diharapkan bisa menyadarkan masyarakat setempat atau lembaga non-formal bahwa pentingnya menjaga kanal tidak hanya dijadikan sebagai saluran air buangan saja, tetapi juga bisa dikelola yang berdampak pada peningkatan perekonomian sekitar.

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

#### **2.1 Kanal**

##### **2.1.1 Definisi Kanal**

Aktivitas manusia ke lingkungan dan biasanya memberikan pengaruh yang berbahaya terhadap lingkungan itu. Kanal adalah saluran air buatan manusia yang dibuat untuk berbagai keperluan yang membantu kehidupan manusia. Kanal sudah dibuat manusia sejak ribuan tahun yang lalu. Kanal tertua ditemukan di Mesopotamia, sekitar tahun 4000 SM. Walaupun bentuk kanal hampir tidak berubah, teknologi pembangunan kanal makin berkembang (Rahayu dkk., 2021).

Kanal adalah terusan buatan yang merupakan badan air selain sungai. Kanal dapat dibentuk dari sungai itu sendiri maupun hasil sudetan. Ada dua tipe kanal, yaitu: (1) kanal irigasi yang digunakan untuk mengalirkan air dan (2) waterway, yaitu kanal transportasi yang dapat dilayari untuk lintasan orang-orang maupun barang dan seringkali terhubung dengan danau, sungai dan lautan. Beberapa kanal waterway merupakan sungai yang dikalahkan dengan cara melebarkan sungai maupun memperdalam beberapa bagian dengan kapal keruk dan membangun pintu air. Kanal, sungai, dan alur air (stream, creek) merupakan contoh dari lingkungan lotik atau model air yang mengalir.

Dalam perencanaan penggunaan lahan dalam kaitannya dengan sungai dan badan air, tujuan yang wajar jika mengambil keuntungan dengan pendekatan manfaat. Secara umum, bagian dari lanskap Amerika dihubungkan dengan sistem jaringan kanal, bahkan beberapa telah beroperasi sejak zaman kolonial, namun ada juga yang telah lama ditinggalkan. Ketika ditemukan kembali dan diaktifkan di pedesaan atau perkotaan, kanal tersebut dilengkapi dengan jalur bersepeda di sepanjang sisinya sehingga menjadi fasilitas yang berharga bagi masyarakat sekitarnya.

Manusia memiliki ketertarikan pada air. Ini adalah kecenderungan alami ketika manusia memiliki keinginan untuk berjalan kaki di sepanjang tepi sungai atau jalur, untuk beristirahat di tepi sambil menikmati pemandangan dan suara, serta untuk melintas ke tepi yang lainnya. Keinginan ini harus diakomodasi dalam perencanaan tapak. Jalur pergerakan akan disesuaikan untuk memberikan berbagai pandangan dan eksplorasi visual dari elemen air. Pada titik dimana

penggunaan air intensif atau di mana terdapat pertemuan tanah dan air, maka harus diberikan perlakuan arsitektur yang lebih, bentuk dan bahan jalur dan daerah digunakan akan menjadi lebih struktural juga (Simonds dan Starke, 2006).

Upaya pertama yang berhasil di Amerika Serikat, yakni upaya yang menjadi model bagi proyek sungai perkotaan lainnya, adalah River Walk di San Antonio, Texas. Menarik untuk diperhatikan bahwa pemuka masyarakat di San Antonio pernah mempertimbangkan untuk menutup bagian saluran San Antonio River ini dengan beton dan memperlakukannya terutama sebagai saluran buangan yang sangat besar guna mengurangi bahaya banjir di kota tersebut. Untungnya, terdapat juga kelompok masyarakat yang menentang penutupan sungai tadi, dan melalui usaha mereka, saluran tersebut bukan hanya diselamatkan melainkan diubah menjadi fasilitas taman kota yang paling berharga. Pada dasawarsa yang lalu dan sebelumnya, banyak proyek serupa telah dilaksanakan di kota lain, termasuk Boston, Baltimore, dan New Orleans (Catanese dan Snyder, 1996). Jenis - Jenis Kanal Buatan, Kanal yang dibuat dalam salah satu dari dua cara, tergantung pada ketersediaan air dan jalan yang tersedia:

- 1) Sebuah kanal yang dapat dibuat di mana tidak ada sungai. Entah tubuh kanal digali atau sisi kanal yang diciptakan oleh menumpuk tanah, batu, beton, atau bahan bangunan lainnya. Air untuk kanal harus disediakan dari sumber eksternal seperti sungai atau waduk. Contohnya termasuk kanal yang menghubungkan lembah, seperti Canal du Midi dan Canal de Briare (Perancis).
- 2) Sebuah sungai yang dibuat kanal. Sungai dapat di kanalisasi untuk membuat jalur navigasi yang lebih dapat diprediksi dan lebih mudah melakukan manuver. Kanalisasi memodifikasi aliran untuk lebih aman membawa lalu lintas dengan mengendalikan aliran sungai dengan pengerukan, pembendungan, dan memodifikasi jalan. Contohnya Basse Saône (Perancis), Canal de Mines de Fer de la Moselle (Inggris), dan Sungai Aisne (Inggris). Zona Revitalisasi mungkin diperlukan.

### **2.1.2 Sempadan Kanal**

Menurut Kepres No. 32 Tahun 1990 tentang "Pengelolaan Kawasan Lindung" Pasal 1 ayat 7, Pasal 15 dan Pasal 16. Sempadan sungai adalah kawasan sepanjang kiri dan kanan sungai, termasuk didalamnya sungai buatan/kanal/irigasi primer, yang dimana mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan



kelestarian dari fungsi utamanya. Perlindungan terhadap sempadan sungai dilakukan untuk melindungi sungai dari kegiatan manusia yang dapat mengganggu dan merusak kualitas air, kondisi fisik pinggir (Sempadan) dan dasar sungai serta mengamankan aliran sungai. Kriteria sempadan sungai adalah:

- a. Sekurang-kurangnya 100 meter dari kiri kanan sungai besar dan 50 meter dari kiri kanan anak sungai yang berada diluar permukiman.
- b. Untuk sungai di Kawasan permukiman berupa sempadan sungai yang diperkirakan cukup untuk dibangun jalan inspeksi antara 10-15 meter.

Menurut Permen PU No. 63/PRT/1993 tentang Garis Sempadan Sungai, Daerah Manfaat Sungai, Daerah Penguasaan Sungai dan Bekas Sungai pada pasal 11 ayat 1 dalam pemanfaatan lahan di daerah sempadan dapat dilakukan oleh masyarakat untuk kegiatan-kegiatan tertentu seperti:

- a. Budidaya pertanian, dengan jenis tanaman yang diizinkan.
- b. Kegiatan niaga, penggalian dan penimbunan.
- c. Pemasangan rentang kabel listrik, kabel telepon dan pipa air minum.
- d. Pemancangan tiang atau pondasi prasana jalan/jembatan baik umum maupun kereta api.
- e. Pemasangan papan, reklame, papan penyuluhan dan peringatan, serta rambu kerja.
- f. Penyelenggaraan kegiatan yang bersifat social dan kemasyarakatan yang tidak menimbulkan dampak kerugian bagi kelestarian dan keamanan fungsi serta fisik sungai/kanal.
- g. Pembangunan prasarana lalu lintas air dan bangunan pengambilan dan pembuangan air.

Adapun pasal 12 menjelaskan bahwa pada daerah sempadan ada beberapa aktifitas yang dilarang yaitu:

- a. Membuang sampah, limbah padat dan/atau cair.
- b. Mendirikan bangunan permanen untuk hunian dan tempat usaha.

Menurut Permen PUPR 28 Th 2015 tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau, pada pasal 15 ayat 1 dan 2 menjelaskan apabila terdapat bangunan dalam sempadan sungai maka bangunan tersebut dinyatakan dalam status quo dan secara bertahap harus ditertibkan untuk

mengembalikan fungsi sempadan sungai. Bangunan yang terdapat dalam sempadan sungai untuk fasilitas kepentingan tertentu yang meliputi:

- a. Bangunan prasarana sumber daya air
- b. Fasilitas jembatan dan dermaga
- c. Jalur pipa gas dan air minum
- d. Rentangan kabel listrik dan telekomunikasi
- e. Bangunan ketenagalistrikan

## **2.2 Pencemaran**

Secara lebih spesifik, Kantor Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup (KLH, 1991) mendefinisikan bahwa pencemaran laut adalah masuknya zat atau energi, secara langsung maupun tidak langsung oleh kegiatan manusia ke dalam lingkungan laut termasuk daerah pesisir pantai, sehingga dapat menimbulkan akibat yang merugikan baik terhadap sumber daya alam hayati, kesehatan manusia, gangguan terhadap kegiatan di laut, termasuk perikanan dan penggunaan lain-lain dapat menyebabkan penurunan tingkat kualitas air laut serta menurunkan kualitas tempat tinggal dan rekreasi. Sedangkan menurut Dewi ([www.goblue.or.id](http://www.goblue.or.id), 27 Pebruari 2010) Pencemaran laut didefinisikan sebagai peristiwa masuknya partikel kimia, limbah industri, pertanian dan perumahan, kebisingan, atau penyebaran organisme invasif (asing) ke dalam laut, yang berpotensi memberi efek berbahaya.

Dalam sebuah kasus pencemaran, banyak bahan kimia yang berbahaya berbentuk partikel kecil yang kemudian diambil oleh plankton dan binatang dasar, yang sebagian besar adalah pengurai ataupun filter feeder (menyaring air). Dengan cara ini racun yang terkonsentrasi 40 dalam laut masuk ke dalam rantai makanan, semakin panjang rantai yang terkontaminasi kemungkinan semakin besar pula kadar racun yang tersimpan. Pada banyak kasus lainnya banyak dari partikel kimiawi ini bereaksi dengan oksigen, menyebabkan perairan menjadi anoxic. Sebagian besar sumber pencemaran laut berasal dari daratan, baik tertiuip angin, terhanyut maupun melalui tumpahan. Polusi atau pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau

tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (UU Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982).

## **2.3 Banjir**

### **2.3.1 Definisi Banjir**

Dalam Undang-Undang No. 24 Tahun 2007, menjelaskan bahwa bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, tanah longsor, kekeringan, angin topan, dan banjir. Banjir merupakan bencana alam paling sering terjadi, baik dilihat dari intensitasnya pada suatu tempat maupun jumlah lokasi kejadian dalam setahun yaitu sekitar 40% di antara bencana alam yang lain. Bahkan di beberapa tempat, banjir merupakan rutinitas tahunan. Lokasi kejadiannya bisa perkotaan atau pedesaan, negara sedang berkembang atau negara maju sekalipun (E. Suherlan, 2001). Sedangkan menurut Ditjen Penataan Ruang Departemen PU, banjir adalah aliran air di permukaan tanah yang relatif tinggi dan tidak dapat ditampung oleh saluran drainase atau sungai sehingga melimpah ke kanan dan ke kiri serta menimbulkan genangan atau aliran dalam jumlah melebihi normal dan mengakibatkan kerugian.

Terdapat beragam faktor penyebab terjadinya sebuah bencana banjir. Namun secara universal penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan ke dalam 2 kategori, yaitu bencana banjir yang disebabkan oleh faktor alami dan bencana banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia. (Akbar, 2013)

#### **a. Penyebab Banjir Secara Alami.**

- 1) Curah hujan, Indonesia memiliki iklim tropis dan setiap tahun terdapat dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau, pada umumnya musim kemarau berada antara bulan april sampai september, sedangkan musim hujan berada pada bulan oktober sampai maret. Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan banjir di sungai dan apabila melebihi tebing sungai maka akan timbul banjir atau genangan.
- 2) Pengaruh fisiografi, fisiografi atau geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan daerah aliran sungai (DAS), geometrik hidrolis (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, material dasar sungai) dan lokasi sungai. Merupakan hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir.
- 3) Erosi dan sedimentasi, erosi pada DAS berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas penampang sungai. Erosi menjadi problem klasik sungai-sungai di

Indonesia. Besarnya sedimentasi akan mengurangi kapasitas saluran, sehingga timbul genangan dan banjir di sungai. Sedimentasi juga menjadi masalah besar pada sungai-sungai di Indonesia.

- 4) Kapasitas sungai, pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan berasal dari erosi DAS dan erosi tanggul sungai yang berlebihan dan sedimentasi di sungai itu karena tidak adanya vegetasi penutup dan adanya penggunaan lahan yang tidak tepat.
- 5) Kapasitas drainase yang tidak memadai, hampir semua kota-kota di Indonesia mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai, sehingga kota-kota tersebut sering menjadi langganan banjir di musim hujan.
- 6) Pengaruh air pasang, air pasang laut memperlambat aliran sungai ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi maka tinggi genangan atau banjir menjadi besar karena terjadi aliran balik.

b. Penyebab Banjir Akibat Tindakan Manusia.

- 1) Perubahan kondisi DAS, perubahan daerah aliran sungai (DAS) seperti pengundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota, dan perubahan tataguna lainnya dapat memperburuk masalah banjir karena meningkatnya aliran banjir. Dari persamaan-persamaan yang ada, perubahan tata guna lahan memberikan kontribusi yang besar terhadap naiknya kuantitas dan kualitas banjir.
- 2) Kawasan kumuh, perumahan kumuh yang terdapat di sepanjang sungai, dapat merupakan penghambat aliran. Masalah kawasan kumuh dikenal sebagai faktor penting terhadap masalah banjir daerah perkotaan.
- 3) Sampah, disiplin masyarakat untuk membuang sampah pada tempat yang ditentukan, pada umumnya mereka langsung membuang sampah ke sungai. Di kota-kota besar hal ini sangat mudah dijumpai. Pembuangan sampah di alur sungai dapat meninggikan muka air banjir karena menghalangi aliran.
- 4) Bendung dan bangunan air, bendung dan bangunan air seperti pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efek aliran balik.
- 5) Kapasitas drainase yang tidak memadai, hampir semua kota-kota di Indonesia mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai, sehingga kota-kota tersebut sering menjadi langganan banjir di musim hujan.

- 6) Pengaruh air pasang, air pasang laut memperlambat aliran sungai ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi maka tinggi genangan atau banjir menjadi besar karena terjadi aliran balik.

c. Penyebab Banjir Akibat Tindakan Manusia

- 1) Perubahan kondisi DAS, perubahan daerah aliran sungai (DAS) seperti pengundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota, dan perubahan tataguna lainnya dapat memperburuk masalah banjir karena meningkatnya aliran banjir. Dari persamaan-persamaan yang ada, perubahan tata guna lahan memberikan kontribusi yang besar terhadap naiknya kuantitas dan kualitas banjir.
- 2) Kawasan kumuh, perumahan kumuh yang terdapat di sepanjang sungai, dapat merupakan penghambat aliran. Masalah kawasan kumuh dikenal sebagai faktor penting terhadap masalah banjir daerah perkotaan.
- 3) Sampah, disiplin masyarakat untuk membuang sampah pada tempat yang ditentukan, pada umumnya mereka langsung membuang sampah ke sungai. Di kota-kota besar hal ini sangat mudah dijumpai. Pembuangan sampah di alur sungai dapat meninggikan muka air banjir karena menghalangi aliran.
- 4) Bendung dan bangunan air, bendung dan bangunan air seperti pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efek aliran balik.
- 5) Kerusakan bangunan pengendali banjir, pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir sehingga menimbulkan kerusakan dan akhirnya tidak berfungsi dapat meningkatkan kuantitas banjir.

### 2.3.2 Parameter-Parameter yang Mempengaruhi Kerentanan Banjir

Bencana banjir memiliki beberapa klasifikasi karakteristik lahan yang sangat mempengaruhi kawasan rawan banjir, berikut ini adalah karakteristik lahan yang berpengaruh terhadap penentuan kawasan yang rentan terhadap bencana banjir, yaitu : (Hasan, 2015)

#### 1. Curah Hujan

Daerah yang mempunyai curah hujan yang tinggi maka daerah tersebut akan lebih berpengaruh terhadap kejadian banjir. Berdasarkan hal tersebut maka untuk pemberian skor ditentukan aturan sebagai berikut yaitu : semakin tinggi curah hujan maka skor untuk tingkat kerawanan semakin tinggi.

## 2. Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng, merupakan perbandingan antara selisih ketinggian dengan jarak datar pada dua tempat yang dinyatakan dalam persen. Kemiringan lahan semakin tinggi maka air yang diteruskan semakin tinggi. Air yang berada pada lahan tersebut akan diteruskan ke tempat yang lebih rendah semakin cepat jika dibandingkan dengan lahan yang kemiringannya rendah (landai). Dengan demikian, maka semakin besar derajat kemiringan lahan maka skor untuk kerawanan banjir semakin kecil.

## 3. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan, berkaitan dengan kegiatan manusia pada bidang lahan tertentu, atau pemanfaatan lahan oleh manusia untuk tujuan tertentu. Penggunaan lahan seperti untuk pemukiman, hutan lindung, tegalan sawah irigasi, lahan industry dan sebagainya. Lahan yang banyak ditanami oleh vegetasi maka air hujan akan banyak diinfiltrasi dan lebih banyak waktu yang ditempuh oleh limpasan untuk sampai ke sungai sehingga kemungkinan banjir lebih kecil daripada daerah yang tidak ditanami oleh vegetasi.

## 4. Jenis Tanah

Tanah dengan tekstur sangat halus memiliki peluang kejadian banjir yang tinggi, sedangkan tekstur yang kasar memiliki peluang kejadian banjir yang rendah. Hal ini disebabkan semakin halus tekstur tanah menyebabkan air aliran permukaan yang berasal dari hujan maupun luapan sungai sulit untuk meresap ke dalam tanah, sehingga terjadi penggenangan. Berdasarkan hal tersebut, maka pemberian skor untuk daerah yang memiliki tekstur tanah yang semakin halus semakin tinggi.

## 5. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Karakteristik DAS (daerah aliran sungai) sangat dipengaruhi pula oleh letaknya di dalam DAS itu sendiri. Untuk daerah hulu dengan alur sungai yang relatif curam dan bukit-bukit terjal, maka banjir sering terjadi. Namun, pada daerah ini, banjir akan datang dengan waktu yang singkat, demikian pula dengan waktu berakhirnya karena elevasi daerah yang relatif lebih tinggi sehingga air banjir dengan mudah mencari alur keluar. Untuk daerah tengah, banjir yang terjadi datangnya tidak secepat pada daerah hulu, demikian pula air banjir biasanya masih mudah untuk diataskan (habisnya jumlah air karena meresap kedalam tanah) keluar daerah



dengan gaya beratnya sendiri. Pada daerah hilir, kemiringan dasar sungai dan tanah di kawasan ini biasanya sangat kecil dan relatif datar. Biasanya waktu datang banjir cukup lama, namun pengatusan air genangan juga memiliki kesulitan. Hal ini biasanya disebabkan oleh energi air yang telah mengecil, Sehingga air genangan tidak mungkin diataskan dengan gaya berat. Jika kondisi ini dibarengi dengan pasang surut air laut pada kondisi tinggi, maka pengatusan air tanpa bantuan pompa hampir tidak mungkin.

#### **2.4 Kebijakan Penataan Ruang dan Penanggulangan Bencana**

Rencana tata ruang berisi kebijakan pokok pemanfaatan pola ruang dan struktur ruang dalam kurung waktu tertentu. Pola pemanfaatan ruang disusun untuk mewujudkan keserasian dan keselarasan pemanfaatan ruang bagi kegiatan budidaya dan non budidaya (lindung). Sedangkan struktur ruang dibentuk untuk mewujudkan susunan dan tatanan pusat-pusat permukiman yang secara hirarkis dan fungsional saling berhubungan.

Pemanfaatan ruang diwujudkan melalui program pembangunan dengan mengacu pada rencana tata ruang. Pengendalian pemanfaatan ruang kawasan rawan bencana dilakukan dengan mencermati konsistensi (kesesuaian lahan dan keselarasan) antara rencana tata ruang dengan pemanfaatan ruang. Menurut Undang-Undang No.26 Tahun 2007 tentang penataan ruang adalah sebuah terobosan mendasar bagaimana konsep tata ruang berbasis kebencanaan yang terintegrasi dengan Undang-Undang No.24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana.

##### **a. Amanat Undang-Undang No.26 Tahun 2007**

Amanat Undang-Undang No.26 Tahun 2007 menekankan bahwa secara garis besar dalam penyelenggaraan penataan ruang diharapkan:

- 1) Dapat mewujudkan pemanfaatan ruang yang berhasil guna dan berdaya guna serta mampu mendukung pengelolaan lingkungan hidup yang berkelanjutan.
- 2) Tidak terjadi pemborosan pemanfaatan ruang.
- 3) Tidak menyebabkan terjadinya penurunan kualitas ruang.

##### **b. Amanat Undang-Undang No.24 Tahun 2007**

Amanat Undang-Undang No.24 Tahun 2007, mendefinisikan bencana secara komprehensif, mengatur pengelolaan dan kelembagaan mulai di tingkat pusat sampai ke daerah beserta pembagian tanggungjawabnya yang dilaksanakan

secara terencana, terpadu, terkoordinasi, dan menyeluruh, termasuk komponen utama di dalam rencana aksi yaitu, melakukan identifikasi, pemantauan terhadap berbagai risiko bencana dan meningkatkan kemampuan deteksi dini. Dalam undang-undang ini, penguatan penataan ruang merupakan salah satu fokus yang tercantum dalam penanggulangan bencana. Artinya adalah domain pengelolaan bencana, tidak hanya bergerak pada segi penanggulangan saja, juga termasuk segi antisipasi.

Permasalahan yang kerap muncul pada tataran implementasi peraturan daerah (perda) provinsi dan kabupaten/kota adalah terdapat beberapa kesulitan menselaraskan aspek kebencanaan didalam perencanaan tata ruang, sementara permukiman yang terlanjur banyak terbangun di kawasan-kawasan terindikasi rawan bencana alam, suatu hal yang tidak mudah merelokasikan permukiman yang sudah terbangun ke suatu tempat yang dianggap relatif lebih aman dari ancaman bencana.

## **2.5 Penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Identifikasi dan Pemetaan Kawasan Rawan Banjir**

Sistem Informasi Geografis yang selanjutnya akan disebut SIG merupakan sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi geografis (Aronoff, 1989). Kemampuan SIG dapat diselaraskan dengan Penginderaan Jauh. Penginderaan Jauh adalah ilmu pengetahuan dan seni memperoleh informasi suatu obyek, daerah, atau suatu fenomena melalui analisa data yang diperoleh dengan suatu alat yang tidak berhubungan dengan obyek, daerah, atau fenomena yang diteliti (Lillesland dan Kiefer, 1994). Citra satelit merekam objek di permukaan bumi seperti apa adanya di permukaan bumi, sehingga dari interpretasi citra dapat diketahui kondisi penutupan/penggunaan lahan saat perekaman. Pada dasarnya, teknologi berbasis satelit ini menyajikan informasi secara aktual dan akurat. Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan salah satu alternatif yang tepat untuk dijadikan sebagai penyedia informasi tentang berbagai parameter faktor penyebab kemungkinan terjadinya bahaya banjir di suatu daerah.

Dalam penerapan SIG, data-data yang diperlukan untuk pemetaan kawasan rawan banjir diperoleh dari foto udara dan data sekunder, berupa peta-peta tematik. Peta-peta tematik yang berbeda, baik yang diperoleh dari analisis penginderaan jauh maupun cara lain dapat dipadukan untuk menghasilkan peta

turunan. Data-data yang terkumpul diolah untuk mendapatkan informasi baru dengan menggunakan SIG melalui metode pengharkatan. Pada tahap pemasukan data, yang diperlukan untuk penyusunan peta tingkat kerawanan banjir dapat dilakukan melalui digitasi peta. Sesudah semua data spasial dimasukkan dalam komputer, kemudian dilakukan pemasukan data atribut dan pemberian harkat. Untuk memperoleh nilai kawasan rawan banjir dilakukan tumpang susun peta-peta tematik yang merupakan parameter lahan penentu rawan banjir, yaitu peta kemiringan lereng, peta ketinggian, peta tanah, peta isohiet, dan peta penutupan atau penggunaan lahan. Proses tumpang susun peta dengan mengaitkan data atributnya, melalui manipulasi dan analisa data. Pengolahan dan penjumlahan harkat dari masing-masing parameter akan menghasilkan harkat baru yang berupa nilai potensi rawan banjir. Kemudian dengan mempertimbangkan kriteria rawan banjir, maka potensi banjir lahan tersebut dibagi kedalam kelas-kelas rawan banjir (Utomo, 2004).

Peta tematik hasil interpretasi citra dapat digabung dengan peta-peta lainnya yang telah disusun dalam data dasar SIG melalui proses digitasi. Peta-peta tersebut adalah peta kemiringan lereng, peta geologi, peta jenis tanah, peta penutupan/penggunaan lahan, dan peta-peta lain yang berhubungan dengan terjadinya banjir. Melalui metode tumpang susun dan pengharkatan dengan SIG maka akan dihasilkan kelas-kelas rawan banjir. Hasil dari kelas-kelas tersebut dipresentasikan dalam bentuk peta, sehingga dapat dilihat distribusi keruangannya. Dari peta itu para pengguna dan pengambil keputusan dapat memanfaatkan untuk mengantisipasi banjir di daerah penelitian, sehingga kerugian-kerugian yang ditimbulkan dapat ditekan sekecil mungkin, atau bahkan dieliminir (Utomo, 2004).

Pemetaan daerah rawan bencana dilakukan dengan metode non sistematis, yaitu menggunakan data dari informasi yang telah tersedia dari survei-survei terdahulu dan dilengkapi dengan peta-peta pendukung.

Peta-peta dasar adalah peta yang digunakan sebagai acuan dalam pembuatan peta utama, dalam hal ini adalah peta rawan banjir. Ada beberapa peta dasar yang digunakan sebagai pedoman dan parameter yang akurat. Peta dasar yang digunakan dalam pembentukan peta rawan banjir, sebagai berikut :

1. Peta Administrasi

Peta ini berfungsi untuk mengetahui batasan-batasan secara administratif dari lokasi yang akan dipetakan. Batasan administratif ini biasanya ditandai dengan

batasan kabupaten, batasan kecamatan, maupun batas antardesa.

## 2. Peta Jenis Tanah

Peta jenis tanah adalah sebuah peta yang menggambarkan variasi dan persebaran berbagai jenis tanah atau sifat-sifat tanah (seperti PH, tekstur, kadar organik, kedalaman, dan sebagainya) di suatu area. Peta tanah merupakan hasil dari survei tanah dan digunakan untuk evaluasi sumber daya lahan, pemetaan ruang, perluasan lahan pertanian, konservasi, dan sebagainya. Pada peta tanah terdapat data primer yang merupakan hasil pengukuran langsung di lapangan, dan data sekunder merupakan hasil dari perhitungan dan/atau perkiraan berdasarkan data yang didapatkan di lapangan. Contoh data sekunder adalah kapasitas produksi tanah, laju degradasi, dan sebagainya.

## 3. Peta Kemiringan Lereng

Lereng adalah kenampakan permukaan alam disebabkan adanya beda tinggi. Apabila beda tinggi dua tempat tersebut dibandingkan dengan jarak lurus mendatar akan diperbolehkan besarnya kelerengan. Bentuk lereng bergantung pada proses erosi, juga gerakan tanah dan pelapukan. Lereng merupakan topografi yang terbagi dalam dua bagian, yaitu kemiringan lereng dan beda tinggi relatif, di mana kedua bagian tersebut besar pengaruhnya terhadap penilaian suatu lahan kritis. Jika suatu lahan kritis akan digunakan untuk pertanian ataupun pemukiman, perlu adanya suatu pertimbangan mengenai kemiringan lereng menggunakan peta kemiringan lereng.

## 4. Peta Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan merupakan aktivitas manusia dalam kaitannya dengan lahan yang biasanya tidak secara langsung tampak dari citra. Penggunaan lahan telah dikaji dari beberapa sudut pandang yang berlainan sehingga tidak ada satu definisi yang benar-benar tepat di dalam keseluruhan konteks yang berbeda. Sebagai contoh melihat penggunaan lahan dari sudut pandang kemampuan lahan dengan jalan mengevaluasi lahan dalam hubungannya dengan bermacam-macam karakteristik alami. Penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada bidang lahan tertentu seperti pemukiman, perkotaan dan persawahan. Penggunaan lahan juga merupakan pemanfaatan lahan dan lingkungan alam untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam penyelenggaraan kehidupannya.

Pengertian penggunaan lahan biasanya digunakan untuk mengacu pemanfaatan masa kini (present of current land use). Oleh karena itu, aktivitas manusia di bumi bersifat dinamis sehingga perhatian sering ditunjukkan pada perubahan penggunaan lahan.

#### 5. Peta Curah Hujan

Peta curah hujan juga berpengaruh dan merupakan peta dasar yang harus dimiliki karena curah hujan di setiap lokasi juga berbeda-beda. Selain itu, hujan juga sangat berpengaruh terhadap banjir. Peta kawasan rawan banjir dapat dibuat secara cepat melalui Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan menggunakan metode tumpang susun/overlay terhadap peta dasar (peta administrasi, peta jenis tanah, peta kemiringan lereng, peta penggunaan lahan, dan peta curah hujan). Melalui Sistem Informasi Geografis diharapkan akan mempermudah penyajian informasi spasial khususnya yang terkait dengan penentuan tingkat kerawanan banjir serta dapat menganalisis dan memperoleh informasi baru dalam mengidentifikasi kawasan-kawasan yang sering.

### 2.6 Hidrologi

Intensitas hujan adalah tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas curah hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data curah hujan baik secara statistik maupun secara empiris.

Curah hujan yang diperlukan untuk pembuatan rancangan dan rencana (perhitungan potongan melintang dan lain-lain) adalah curah hujan jangka waktu yang pendek dan bukan curah hujan jangka waktu yang panjang seperti curah hujan tahunan atau bulanan. Curah hujan tersebut berdasarkan volume debit (yang disebabkan oleh curah hujan) dari daerah pengaliran yang kecil seperti perhitungan debit banjir, rencana peluap suatu bendungan, gorong-gorong melintasi jalan dan saluran, selokan-selokan samping, (Suyono Sostrodarsono & Kensaku Takeda, 1976).

### 2.7 Definisi Water Sensitive Urban Design (WSUD)

*Water Sensitive Urban Design (WSUD)* merupakan salah satu bagian dari konsep pendekatan infrastruktur hijau. Tujuan dari pendekatan konsep ini untuk melakukan pendekatan perencanaan dan perancangan kota yang berhubungan dengan sumber air dan manajemen lingkungan serta meminimalisasi dampak

yang ditimbulkan oleh keberadaan air di permukaan perkotaan. Pada awalnya konsep ini muncul dilatarbelakangi oleh peranan air dalam kehidupan kota, yang memerlukan pengaturan yang selaras antara pembangunan kota dan kebutuhan akan air. Konsep WSUD menitikberatkan pada manajemen keberlanjutan siklus air di kota. Bentuk-bentuk dari manajemen keberlanjutan siklus air yaitu manajemen air minum, aliran air yang disebabkan oleh hujan, kualitas air, manajemen air limbah dan siklus air (konservasi air). WSUD adalah perencanaan lahan dan pendekatan rekayasa desain yang mengintegrasikan siklus air perkotaan, termasuk air hujan, air tanah, pengelolaan air limbah dan air bersih, ke dalam desain suatu perkotaan untuk meminimalkan kerusakan lingkungan dan meningkatkan daya tarik estetika dan rekreasi. WSUD adalah istilah yang digunakan di Australia dan mempunyai kesamaan dengan *low-impact development* (LID), sebuah istilah yang digunakan di Amerika Serikat; dan *sustainable urban drainage systems* (SUDS), sebuah istilah yang digunakan di Inggris.

## 2.8 Prinsip-prinsip WSUD

Prinsip – prinsip dalam WSUD menurut panduan nasional Australia tentang WSUD adalah :

1. Melindungi dan meningkatkan (memperkuat) sungai, anak sungai dan lahan basah dalam suatu lingkungan perkotaan,
2. Melindungi dan meningkatkan kualitas air yang mengalir dari lingkungan perkotaan menuju sungai – sungai kecil, aliran sungai yang lebih besar, serta lahan basah.
3. Mengembalikan lingkungan air perkotaan dengan memaksimalkan penggunaan kembali air hujan, air daur ulang, dan *greywater*.
4. Melindungi (mengkonservasi) sumber air melalui penggunaan kembali dengan cara daur ulang dan efisiensi system.
5. Mengintegrasikan penanganan air hujan kedalam lanskap sehingga menawarkan beberapa kegunaan yang bermanfaat seperti pengolahan kualitas air, habitat alami, rekreasi dan ruang terbuka public.
6. Mengurangi arus puncak dan limpasan air dari lingkungan perkotaan dan secara bersamaan menyediakan infiltrasi (aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah itu sendiri) dan pengisian ulang air bawah tanah (*groundwater recharge*).

7. Mengintegrasikan air ke dalam lanskap untuk meningkatkan desan perkotaan dan juga meningkatkan nilai – nilai sosial, visual, budaya, dan ekologi
8. Mudahnya implementasi dan penggunaan biaya yang efektif memungkinkan pengaplikasian dan penerapan secara luas.

## 2.9 Manfaat WSUD

Manfaat dari penerapan konsep *Water Sensitive Urban Design* dalam pengembangan suatu kawasan, diantaranya:

- meningkatkan konservasi air
- meningkatkan biodiversitas dan habitat keanekaragaman
- mendukung produksi pangan lokal
- mereduksi risiko banjir
- mewujudkan konsep infrastruktur hijau
- menciptakan tempat-tempat atraktif

## 2.10 Tinjauan Proyek Implementasi WSUD

Dalam sub-bab ini menjabarkan proyek-proyek perencanaan dan perancangan dengan menerapkan prinsip-prinsip *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), baik dalam skala besar (kawasan) maupun skala menengah (tapak) di berbagai negara.

**Tabel 2.1** Proyek Skala Besar

<b>Nama Proyek</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Masalah Utama</b>	<b>Tujuan Utama</b>
From Grey to Green	Portland, Oregon, USA	Saluran pembuangan limbah mengalami peluapan secara berkala ketika terjadi hujan lebat.	Mengembangkan program manajemen air limpasan yang berkelanjutan untuk mengatasi luapan air limbah sekaligus menciptakan suasana kota hijau.
Waterplan 2	Rotterdam, Netherlands	Dampak perubahan iklim (peningkatan curah hujan dan kenaikan air laut) terhadap penyebab terjadinya banjir local.	Mengintegrasikan antara manajemen air dan pengembangan spasial to mengatasi permasalahan air dan meningkatkan daya tarik kawasan perkotaan
Blue-Green Network	Lodz, Poland	Permasalahan sistem pengairan secara kualitatif dan kuantitatif	Mengembangkan perencanaan manajemen penampungan air dengan melibatkan seluruh <i>stakeholders</i> .

*Sumber: Manual Guidelines WSUD, 2006*

**Tabel 2.2** Proyek Skala Menengah

<b>Nama Proyek</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Tipe Proyek</b>	<b>Tujuan Utama</b>
Tanner Springs Park	Portland, Oregon, USA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taman publik</li> <li>• Urban</li> <li>• Kawasan pemukiman /komersial</li> </ul>	Desentralisasi manajemen air limpasan untuk mengembalikan fungsi danau alami di kawasan perkotaan yang padat yang juga dapat dimanfaatkan untuk tujuan rekreasi.
Trabrennbahn Farmsen	Hamburg, Jerman	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengembangan kawasan baru</li> <li>• Suburban</li> <li>• pemukiman</li> </ul>	Mengaplikasikan manajemen limpasan air secara <i>on-site</i> melalui implementasi dari sistem drainase terbuka.
Hohlgraben-äcker	Stuttgart, Germany	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengembangan kawasan baru</li> <li>• Suburban</li> <li>• pemukiman</li> </ul>	Upaya penghematan manajemen limpasan air melalui aplikasi <i>green roofs</i> (atap hijau), pengembangan jalur pedestrian dengan daya serap air yang tinggi.

Sumber: *Manual Guidelines WSUD, 2006*



## 2.11 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan tinjauan pustaka, adapun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 2.3** Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Jenis dan Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Analisis	Hasil Penelitian	Institut Sumber
1	Rifayani Rizkita Rahmat, Sri Hidayati Djoeffan	Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota, 2021	Penerapan <i>Water Sensitive Urban Design</i> pada Permukiman Das Cikapundung (Studi Kasus: Kelurahan Pasirluyu Kota Bandung)	Menyajikan konsep perancangan peremajaan kawasan dengan membangun hunian <i>vertikal</i> yang dilengkapi sarana pendukung dan rencana sistem pengelolaan air (air bersih, air limbah dan air limpasan)	Analisis daya dukung, analisis daya tampung lahan, analisis strategi peremajaan kota, analisis kebutuhan ruang, dan analisis kebutuhan utilitas	Penerapan konsep <i>water sensitive urban design</i> pada permukiman DAS Cikapundung dapat meningkatkan kualitas lingkungan, fungsional dan visual DAS. Adapun arahan penataannya meliputi permukiman, sarana dan prasarana pendukung.	Universitas Islam Bandung
2	I Made Sukma Pradipta dan Adjie Pamungkas	Jurnal Teknik ITS, 2017	Karakteristik Lingkungan Fisik yang Mempengaruhi Pengelolaan Air berdasarkan <i>Water Sensitive Urban Design</i> di Kelurahan Tambak Sarioso	mengkaji karakteristik lingkungan fisik yang mempengaruhi pengelolaan air berdasarkan <i>Water Sensitive Urban Design</i> (WSUD) di Kelurahan Tambak Sarioso sebagai bahan dalam perumusan Prinsip <i>Water Sensitive Urban Design</i> yang berpeluang diterapkan di wilayah penelitian.	Analisis <i>Walkthrough Analysis</i>	Karakteristik lingkungan fisik yang mempengaruhi pengelolaan air berdasarkan <i>Water Sensitive Urban Design</i> di Kelurahan Tambak Sarioso terdapat persoalan air seperti genangan/banjir akibat rob dan hujan dan kurangnya pelayanan air.	Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

No	Nama Peneliti	Jenis dan Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Analisis	Hasil Penelitian	Institut Sumber
3	Ihsan, A R Rasyid, M Arifin, M A F Rochma, L M Asfan, G L and S A Yanti	GIESED, 2019	<i>Towards a water-sensitive city: level of regional damage to floods in Makassar City (case study: Manggala District)</i>	Mengidentifikasi kerawanan banjir di Kabupaten Manggala, dan mengidentifikasi langkah-langkah menuju <i>Water Sensitive City</i> dalam solusi penanganannya dari perspektif pengelolaan air perkotaan	Analisis kuantitatif, analisis <i>overlay</i>	Tingkat kerawanan kawasan rawan banjir di Kecamatan Manggala didominasi oleh kelas agak rawan sebesar 865,76 ha atau 39% dari luas total, kelas cukup rawan 622,70 ha (28%), kelas rawan 514,89 ha (23%), kelas tidak rawan 119,54 ha (5%) dan sangat rentan 77,32 (4%). Secara keseluruhan peta kerentanan menghasilkan 27% rawan banjir dan 73% masuk kelas tidak rawan, agak rawan, dan cukup rawan. Dari data luas wilayah per kelurahan, semua Desa memiliki wilayah yang sangat rawan banjir kecuali Kelurahan Tamangapa.	Universitas Hasanuddin
4	Regil Indri Rahayu, Rudi Latief, Jufriadi	JUPS, 2021	Strategi Aktivitas Pedagang Terhadap Pencemaran Kanal yang Berlokasi di Kanal Panampu Pasar Terong Kota Makassar	Mengidentifikasi aktifitas pedagang Pasar Terong yang menyebabkan pencemaran berupa buangan sampah pada Kanal Panampu Pasar Terong.	Pendekatan kualitatif	Penyebab terjadinya Pencemaran Kanal di Kanal Panampu Pasar Terong Kota Makassar yaitu kurangnya tingkat Pengetahuan Lingkungan, Kebijakan Pemerintah, dan Penerapan Teknologi serta Niat. Arahan Strategi yaitu	Universitas Bosowa

No	Nama Peneliti	Jenis dan Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Analisis	Hasil Penelitian	Institut Sumber
5	Amiruddin Akbar Fisuh Ahmad Dahlan, Slamet Trisutomo	PENA TEKNIK, 2019	Studi Awal Pemanfaatan Kanal Jongaya dan Panampu Sebagai Transportasi Air di Kota Makassar	mengungkap potensi dan masalah pada kanal jongaya dan panampu dalam perspektif pemanfaatannya sebagai transportasi air perkotaan, dan juga melihat hubungannya dengan moda transportasi lainnya dengan menentukan titik perhentian atau halte pada jalur kanal.	Analisis kelayakan pelayaran kanal, SWOT, analisis penentuan lokasi halte	sosialisasi terkait RTRW Kota Makassar, memanfaatkan kebijakan terkait Pengelolaan Sampah dan Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, serta Memanfaatkan teknologi dalam mengelola sampah dan memperbaiki sistem drainase. Kelayakan lebar, kedalaman dan lingkungan kanal tergolong kurang layak. Adapun strategi SWOT yang digunakan adalah WT	Universitas Hasanuddin