

Analisis Kapasitas Kanal Pannampu dalam Menunjang Eksistensi Sistem Drainase Berkelanjutan Kota Makassar

Analysis of Pannampu Canal Capacity in Supporting the Existence of a Sustainable Drainage System in Makassar City

Darwis Panguriseng^{*1}, Muh. Syafaat S. Kuba², Lutfi Hair Djunur²

Email: darwispanguriseng@unismuh.ac.id

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Makassar

²Jurusan Teknik Pengairan, Universitas Muhammadiyah Makassar

Diterima: 10 Januari 2025 / Disetujui: 30 April 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas Kanal Pannampu di Makassar sebagai sistem drainase primer dalam menghadapi permasalahan banjir. Metode yang digunakan meliputi prediksi debit banjir maksimum dengan memperhitungkan peningkatan curah hujan sebesar 10% akibat perubahan iklim, serta analisis komparatif antara potensi debit banjir dan kapasitas eksisting kanal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kanal Pannampu, dengan kapasitas 29,58 m³/det dan catchment area 6,92 km², tidak mampu menampung volume banjir tahunan yang terjadi saat ini. Selain itu, tindakan mitigasi yang ada hampir tidak efektif. Oleh karena itu, diperlukan pembangunan kanal baru dengan perencanaan yang komprehensif untuk meningkatkan kapasitas drainase dan memastikan keberlanjutan fungsi sistem drainase di kota Makassar.

Kata Kunci: Ruang Terbuka Hijau, Sistem Drainase Berkelanjutan, Perubahan Iklim, *Catchment Area*, Debit Banjir

ABSTRACT

This study aims to analyze the capacity of the Pannampu Canal in Makassar as a primary drainage system in dealing with flood problems. The methods used include prediction of maximum flood discharge by taking into account a 10% increase in rainfall due to climate change, as well as a comparative analysis between potential flood discharge and existing canal capacity. The results of the study indicate that the Pannampu Canal, with a capacity of 29.58 m³/sec and a catchment area of 6.92 km², is unable to accommodate the current annual flood volume. In addition, existing mitigation measures are almost ineffective. Therefore, it is necessary to build a new canal with comprehensive planning to increase drainage capacity and ensure the sustainability of the drainage system function in the city of Makassar.

Keywords: *Green Open Space, Sustainable Drainage System, Climate Change, Catchment Area, Flood Discharge*



This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

A. PENDAHULUAN

Eksistensi drainase terutama di kawasan permukiman, ada yang dapat berfungsi secara efektif dalam jangka panjang (berkelanjutan), namun terdapat pula drainase yang tidak dapat

berkelanjutan fungsinya. Hal ini seyogianya dapat menjadi referensi bagi setiap perencana kota, terutama perencana drainase perkotaan untuk selalu memperhatikan syarat-syarat dan tipikal saluran drainase perkotaan yang dapat

berfungsi secara berkelanjutan, seperti dimiliki oleh saluran Cloaca Maxima di Roma.

Eksistensi sebuah drainase yang dapat berkelanjutan sangat diharapkan berkontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan dan dapat meningkatkan kualitas permukiman, baik sebagai tempat bekerja maupun sebagai tempat tinggal, dengan menyeimbangkan berbagai aspek yang mempengaruhi desain permukiman/perkotaan dan pembangunan masyarakat.

Sistem Drainase Berkelanjutan (SDS) adalah serangkaian struktur yang dirancang untuk memperlambat laju air permukaan dan pada akhirnya mencegah banjir secara berkelanjutan. Sistem drainase berkelanjutan sangat diperlukan pada kawasan perkotaan terutama pada area berpenduduk padat, karena itu setiap pengembang diharuskan mempertimbangkan sistem SDS pada pembangunan perumahan dan pembangunan besar lainnya.

Secara umum tujuan Sistem Drainase Berkelanjutan (SDS) adalah untuk mengendalikan jumlah dan laju air limpasan dari pembangunan, untuk meningkatkan kualitas limpasan, untuk meningkatkan nilai konservasi alam, lanskap, serta fasilitas umum atau

amenitas situs dan area sekitarnya. Jelas terlihat bahwa peranan ruang terbuka hijau (RTH) yang berfungsi sebagai area peresapan air hujan sangat penting, baik untuk mengendalikan jumlah limpasan, meningkatkan kualitas limpasan, maupun untuk meningkatkan nilai konservasi alam. Oleh karena itu penegasan terhadap eksistensi RTH pada suatu kawasan perkotaan sangat penting diatur, dilaksanakan, dan ditegakkan secara konsisten.

Dalam UU RI No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, telah disyaratkan bahwa RTH pada wilayah perkotaan paling sedikit 30 % dari luas wilayah kota (Anonimus, 2008). Selanjutnya Peraturan Menteri PU Nomor. 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan, telah menegaskan bahwa penyediaan RTH dimaksudkan untuk menjamin tersedianya ruang yang cukup bagi kawasan konservasi untuk kelestarian hidrologis, kawasan pengendalian air larian dengan menyediakan kolam retensi, area pengembangan keanekaragaman hayati, area penciptaan iklim mikro dan pereduksi polutan di kawasan perkotaan, tempat rekreasi dan olahraga masyarakat, tempat pemakaman umum, pembatas perkembangan kota ke arah yang tidak

diharapkan, pengamanan sumber daya baik alam, buatan maupun historis, penyediaan RTH yang bersifat privat, melalui pembatasan kepadatan serta kriteria pemanfaatannya, area mitigasi/evakuasi bencana, dan ruang penempatan pertandaan (signage) sesuai dengan peraturan perundangan dan tidak mengganggu fungsi utama RTH tersebut.

Dari sekian banyak tujuan dari RTH pada kawasan perkotaan yang diuraikan di atas, terlihat bahwa eksistensi RTH sangat menentukan efektifitas pada fungsi drainase di kawasan perkotaan, yang dewasa ini luasan area RTH perkotaan semakin kecil.

Urbanisasi merupakan satu ancaman terbesar bagi keanekaragaman hayati dan konektivitas ekologi perkotaan. Jaringan dan RTH dipromosikan sebagai cara untuk melestarikan konektivitas habitat bahkan dalam konteks urbanisasi. Namun, penelitian sebelumnya memiliki fokus utama pada manfaat ekologis yang dapat diberikan oleh RTH tanpa menilai layanan ekosistem potensial lainnya. Juga terdapat kurangnya penelitian tentang bagaimana desain pembangunan perkotaan, termasuk potensi RTH yang dapat berkontribusi pada sistem drainase berkelanjutan (SDS). Studi kasus yang dilakukan di wilayah Inggris tenggara, dengan berbagai skenario

pembangunan dan desain perkotaan yang dinilai berdasarkan matriks yang mengukur empat aspek penyediaan RTH, yakni; (1) layanan ekologis, (2) status ekologis, (3) konektivitas ekologis, dan (4) kedekatan dengan populasi. Keempat aspek tersebut kemudian digabungkan menjadi satu skor untuk membandingkan keseluruhan spasialitas potensi RTH di seluruh wilayah di bawah pendekatan desain dan pembangunan yang berbeda. Tiga pertimbangan utama bagi para perencana ditemukan, yakni: (1) peran positif yang dapat dimainkan oleh ruang perkotaan, bahkan tanpa SDS atau mempertimbangkan kedekatan dengan populasi, dalam berkontribusi pada potensi RTH; (2) keseimbangan yang dibutuhkan antara pendekatan pembangunan yang berbeda untuk mengelola secara timbal-balik (trade-off) antara masing-masing; dan (3) kisaran dampak positif dan negatif yang dimiliki infrastruktur RTH yang berbeda terhadap potensi RTH dalam desain perkotaan yang berbeda.

Demikian pula dengan produksi sampah yang terus meningkat dan penggunaan air yang semakin tinggi di wilayah perkotaan dapat menyebabkan banjir lokal yang berbahaya bagi kesehatan jika tidak dikelola dengan baik oleh sistem sampah dan air pada infrastruktur

perkotaan. Konsep Sponge City merupakan konsep yang memanfaatkan Infrastruktur RTH untuk mengelola sistem sampah dan air dengan tetap menjaga fungsi ruang terbuka dan ruang publik. M.H. Hadini et al telah mengkaji sistem infrastruktur sampah dan air di Kota Depok, Indonesia yang dibandingkan dengan Gainesville di Amerika Serikat, dan Cardiff di Inggris Raya untuk memberikan rekomendasi pencegahan banjir di wilayah perkotaan. Analisis dilakukan dengan membandingkan data berdasarkan faktor-faktor yang memengaruhi implementasi RTH, seperti; (1) sistem manajemen, (2) konteks kebijakan, dan (3) organisasi atau pemangku kepentingan utama.

Mereka mengumpulkan data dengan menggunakan web scraping dari berita dan informasi terkini untuk menyediakan statistik digital bencana banjir terkini, sistem pengelolaan air, dan sistem pengelolaan sampah. Penelitian mereka telah mengidentifikasi tiga kemungkinan implementasi RTH yang dapat disusun secara hierarki, yaitu: (1) Implementasi RTH di Depok difokuskan pada pembuatan program dan sistem pengelolaan yang melibatkan partisipasi warga yang mengutamakan pembangunan biopori di tingkat rumah tangga

(Anonimus, 2017); (2) Di Gainesville (USA) difokuskan pada Departemen Pekerjaan Umum Gainesville yang mengendalikan pengelolaan limbah dan air, yaitu melalui prioritas pelarangan plastik sekali pakai di seluruh Gainesville; dan (3) Di Cardiff (UK), RTH difokuskan pada upaya Pemerintah Wales dan Dewan Cardiff untuk membuat strategi pembangunan terpadu yang mengutamakan pengelolaan air permukaan secara holistik yang dipadukan dengan sistem pembuangan limbah. Hasil studi ini membuka kemungkinan implementasi RTH yang mencerminkan karakteristik wilayah perkotaan dalam mencegah banjir lokal dengan mengelola sistem limbah dan air.

Dengan semakin diakuinya pengaruh pembangunan perkotaan terhadap fungsi hidrologis air di seluruh dunia, semakin besar pula tekanan bagi perencanaan perkotaan untuk memainkan peran yang lebih besar dalam pengelolaan sumber daya air. Perencanaan ruang terbuka hijau khususnya dapat memainkan peran penting, karena mendukung layanan ekosistem yang penting, termasuk yang membantu pengelolaan banjir. Telah dikemukakan bahwa jaringan ruang terbuka hijau yang saling terhubung dan direncanakan secara strategis harus

direncanakan sejak awal dalam proses perencanaan dan perancangan penggunaan lahan, dengan mempertimbangkan nilai ekosistem yang terkait dengan air dan fungsi lanskap yang sejalan dengan pengembangan lahan, pengelolaan pertumbuhan, dan perencanaan infrastruktur fisik. Meskipun semakin diakui pentingnya perencanaan ruang terbuka hijau bagi kota-kota yang peka terhadap air dan langkah-langkah perencanaan yang mendukung, hanya ada sedikit analisis tentang penyertaan pengakuan ini dalam rencana dan strategi, atau keberadaan tindakan dan mekanisme perencanaan terkait. Gemma Schuch et al. (2017), menganalisis secara komparatif pendekatan yang diambil untuk perencanaan ruang terbuka hijau regional di tiga wilayah ibu kota Australia. Temuan mereka menunjukkan pengakuan hubungan antara pengaturan banjir dan perencanaan ruang terbuka hijau serta berbagai mekanisme perencanaan terkait. Akan tetapi, integrasi eksplisit antara pengelolaan banjir dan perencanaan ruang terbuka hijau masih terbatas, dan terdapat hambatan signifikan di lapangan yang menghambat terwujudnya integrasi ini mengingat warisan keputusan perencanaan sebelumnya dan kurangnya informasi untuk mendukung implementasi.

Penelitian mereka diakhiri dengan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut guna membantu perencanaan ruang terbuka hijau sebagai sekutu layanan ekosistem yang terkait dengan pengelolaan banjir.

Dari uraian di atas, terlihat bahwa berbagai penelitian mutakhir telah dilakukan terhadap problematika SDS yang terkait dengan RTH telah terjadi, baik di negara maju, negara berkembang, terlebih di negara-negara miskin. Kasus drainase yang terdapat di Kota Makassar sebagai sebuah kota yang cukup padat dengan akselerasi pertumbuhan penduduk yang sangat tinggi, menjadi obyek studi yang menarik untuk melihat kondisi dan eksisting pada drainase kotanya. Ada dua permasalahan yang terkait dengan infrastruktur RTH dan eksisting drainase kota Makassar yang menarik penulis, yakni: (1) Sejauh mana infrastruktur RTH dapat mendukung sistem drainase berkelanjutan di kota Makassar; (2) Bagaimana kondisi dan eksisting drainase kota dapat memberikan layanan yang berwawasan lingkungan atau berkelanjutan. Dalam studi kasus ini akan ditinjau kondisi Kanal Pannampu, sebagai salah satu dari tiga bangunan drainase utama (primer) buatan di Makassar, disamping adanya saluran alamiah seperti

sungai dan kali yang mengalir dalam wilayah kota Makassar.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas Kanal Pannampu di Makassar sebagai sistem drainase primer dalam menghadapi permasalahan banjir.

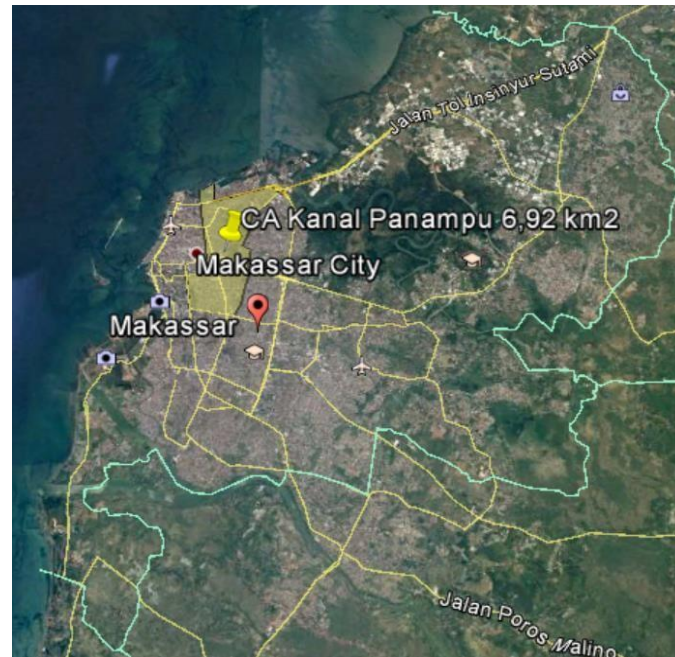
B. METODE PENELITIAN

Kanal Pannampu sebagai salah satu drainase primer buatan di kota Makassar,

selain Kanal Pannampu dan Kanal Sinrijala. Yang mana kondisi ketiga saluran primer tersebut tidak jauh berbeda, yakni kapasitas kecil, area resapan yang hampir tidak ada akibat sempitnya RTH, dan dukungan operasional dan pemeliharaan yang masih kurang baik. Untuk mempertegas lokasi penelitian berikut tersaji peta, catchment area, dan layout Kanal Pannampu.



Gambar 1. Peta Kanal Pannampu



Gambar 2. Catchment Area Kanal Pannampu



Gambar 3. Layout Kanal Pannampu

Data teknis kanal Pannampu digambarkan dalam Tabel 1. berikut ini.

Tabel 1. Data Teknis Kanal Pannampu

| No | Kriteria | Deskripsi |
|----|-------------------|--|
| 1 | Nama Saluran | Kanal Pannampu |
| 2 | Area Layanan | Kecamatan: Makassar, Rappocini, Tamalate, Mamajang & Mariso. |
| 3 | Wilayah | Kota Makassar |
| 4 | Titik Awal | 5°8'52.65" LS dan 119°25'36.62" BT |
| 5 | Titik Akhir | 5° 6'35.67" LS dan 119°25'12.58" BT |
| 6 | Panjang Saluran | 4,30 Km |
| 7 | Kapasitas Saluran | 29,58 m ³ /det |
| 8 | Catchment Area | 6,92 Km ² |

Sumber: Satker OP SDA Pompengan Jeneberang, 2024.

Data tahun 2023, memperlihatkan bahwa ruang terbuka hijau (RTH) di kota Makassar hanya 11,47 % dari luas wilayah kota. Sedangkan standar ideal proporsi RTH wilayah kota yang diatur undang-undang No. 26 Tahun 2007, tentang Penataan Ruang adalah 30 % dari luas wilayah kota. Kesenjangan ini menjadikan Makassar sebagai salah satu kota yang tidak ramah lingkungan, termasuk dapat diartikan sebagai kota yang tidak ramah terhadap siklus hidrologi yang menjamin keberlanjutan lingkungan hidup.

Serangkaian data yang menjadi fokus analisis dalam penelitian ini disamping data teknis kanal Pannampu yang menggambarkan kondisi eksistingnya, juga terdapat data curah hujan, luas catchment area dan lain sebagainya. Data tersebut dianalisis, dan dilakukan komparasi antara kapasitas eksisting dengan prediksi air limpasan yang menjadi beban pada kanal Pannampu.

Penelitian ini dilakukan dengan fokus pada analisis eksisting saluran drainase terhadap fenomena peningkatan beban drainase sebagai akibat meningkatkan intensitas curah hujan dan kecilnya area RTH di kota Makassar dalam dua dekade terakhir. Tahapan analisis dimulai dengan analisis curah hujan, untuk

menentukan intensitas curah hujan, yang akan digunakan dalam tahap analisis selanjutnya untuk mendapatkan debit banjir, dan kemudian terakhir diperbandingkan dengan kapasitas eksisting yang dimiliki pada kanal Pannampu.

Data curah hujan yang dianalisis, diambil dari 2 (dua) stasiun yakni: Stasiun Paotere dan Stasiun Ujung Pandang. Analisis curah hujan dari kedua stasiun tersebut akan dihasilkan nilai intensitas curah hujan maksimum sampai periode 100 tahun, yang selanjutnya digunakan untuk memprediksi debit limpasan yang berpotensi terjadi, dengan mengantisipasi laju perubahan curah hujan per 30 tahun.

Sebelum menghitung intensitas curah hujan, terlebih dahulu dilakukan analisis untuk mendapatkan curah hujan rancangan untuk periode ulang tertentu, dengan menggunakan Metode Log Pearson Type III, sebagai berikut:

$$\text{Log}X_T = \overline{\text{Log}X_T} + (K_T \cdot S \cdot \text{Log}X) \quad (1)$$

Keterangan:

$\text{Log}X_T$ = Nilai logaritme hujan rencana dengan periode ulang T tahun.

$\overline{\text{Log}X_T} = \frac{\text{Log}X}{n}$ = Nilai rata-rata dari Log X

$$S \cdot \text{Log}X = \frac{\sum \sqrt{(\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X_T})^2}}{n-1} \quad (2)$$

= Deviasi Standar dari Log X

K_T = Variabel standar, nilainya tergantung pada koefisien Cs.

Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi dapat dihitung dengan formula Mononobe sebagai berikut :

$$I_T = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (3)$$

Dimana:

$$t_c = 0,0195 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77} \quad (4)$$

I_T = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam).

R_{24} = Curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)

t_c = Waktu konsentrasi (menit)

L = Panjang aliran (m)

S = Kemiringan tanah

Dengan intensitas curah hujan yang

Intensitas curah hujan selanjutnya dikoreksi terhadap pengaruh perubahan iklim seperti yang telah diuraikan di atas, yang digunakan untuk memperhitungkan debit rencana, dengan Formula Rasional sebagai berikut:

$$Q_t = 0,278.C.I_c.A \quad (5)$$

Dimana:

Q_t = debit puncak (m³/det) untuk kala ulang T tahun.

C = koefisien aliran (run off), yang dipengaruhi kondisi tata guna lahan pada daerah tangkapan air (DAS).

A = luas daerah tangkapan air/DAS (km²).

I_c = intensitas hujan rata-rata (mm/jam) untuk waktu konsentrasi (t_c) dan kala ulang T tahun yang terkoreksi faktor climate change).

Untuk periode masing-masing periode ulang (T) tahun, dengan peningkatan curah “hujan harian” tertinggi

sebesar 158 mm / 30 tahun akibat perubahan iklim, maka:

$$I_{cT} = I_T \times \left(\frac{158}{24} \right) \times \left(\frac{T}{30} \right) \text{ mm/jam} \quad (6)$$

Hasil prediksi debit limpasan tersebut, kemudian dikomparasi dengan kapasitas kanal dalam kondisi normal, dengan asumsi pemeliharaan Kanal Pannampu dilakukan secara rutin untuk mencegah endapan sedimen di dasar saluran, dan tumpukan sampah di dalam saluran.

Tabel 2. Angka Koefisien Pengaliran (C)

| Kondisi Lokasi | Koefisien Pengaliran |
|--|----------------------|
| Pegunungan curam | 0,75 – 0,90 |
| Pegunungan tersier | 0,70 – 0,80 |
| Tanah berelief berat dan berhutan kayu | 0,50 – 0,75 |
| Dataran pertanian | 0,45 – 0,60 |
| Dataran sawah irigasi | 0,70 – 0,80 |
| Sungai di pegunungan | 0,75 – 0,85 |
| Sungai di daratan rendah | 0,45 – 0,75 |

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data curah hujan yang dapat dikumpulkan dari kedua stasiun di Makasssar, yakni stasiun Paotere dan stasiun Ujung Pandang yang tercatat dari tahun 1999 sampai dengan tahun 2020, disajikan dalam bentuk Tabel 3. sebagai berikut:

Tabel 3. Data Curah Hujan Harian Maksimum

| No | Tahun | Stasiun | |
|----|-------|---------|-----------|
| | | Paotere | U.Pandang |
| 1 | 1999 | 208 | 235 |
| 2 | 2000 | 305 | 376 |
| 3 | 2001 | 224 | 200 |
| 4 | 2002 | 207 | 245 |
| 5 | 2003 | 161 | 210 |
| 6 | 2004 | 138 | 128 |

| | | | |
|----|------|-----|-----|
| 7 | 2005 | 185 | 141 |
| 8 | 2006 | 196 | 110 |
| 9 | 2007 | 204 | 97 |
| 10 | 2008 | 144 | 181 |
| 11 | 2009 | 134 | 113 |
| 12 | 2010 | 180 | 91 |
| 13 | 2011 | 242 | 217 |
| 14 | 2012 | 141 | 115 |
| 15 | 2013 | 196 | 193 |
| 16 | 2014 | 137 | 135 |
| 17 | 2015 | 143 | 139 |
| 18 | 2016 | 152 | 142 |
| 19 | 2017 | 177 | 178 |
| 20 | 2018 | 180 | 145 |
| 21 | 2019 | 172 | 160 |
| 22 | 2020 | 149 | 138 |

Selanjutnya data curah hujan maksimum yang diambil dari kedua stasiun tersebut dilakukan perhitungan curah hujan rata-rata seperti yang tertera dalam Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Perhitungan Curah Hujan Harian Rerata

| No | Tahun | Stasiun | | Rerata |
|----|-------|---------|------------|--------|
| | | Paotere | U. Pandang | |
| 1 | 1999 | 208 | 235 | 221,35 |
| 2 | 2000 | 305 | 376 | 340,72 |
| 3 | 2001 | 224 | 200 | 211,91 |
| 4 | 2002 | 207 | 245 | 226,23 |
| 5 | 2003 | 161 | 210 | 185,50 |
| 6 | 2004 | 138 | 128 | 133,00 |
| 7 | 2005 | 185 | 141 | 163,00 |
| 8 | 2006 | 196 | 110 | 153,00 |
| 9 | 2007 | 204 | 97 | 150,50 |

| | | | | |
|----|------|-----|-----|--------|
| 10 | 2008 | 144 | 181 | 162,50 |
| 11 | 2009 | 134 | 113 | 123,50 |
| 12 | 2010 | 180 | 91 | 135,50 |
| 13 | 2011 | 242 | 217 | 229,50 |
| 14 | 2012 | 141 | 115 | 128,00 |
| 15 | 2013 | 196 | 193 | 194,68 |
| 16 | 2014 | 137 | 135 | 136,17 |
| 17 | 2015 | 143 | 139 | 141,17 |
| 18 | 2016 | 152 | 142 | 146,84 |
| 19 | 2017 | 177 | 178 | 177,40 |
| 20 | 2018 | 180 | 145 | 162,72 |
| 21 | 2019 | 172 | 160 | 166,22 |
| 22 | 2020 | 149 | 138 | 143,71 |

Perhitungan curah hujan rancangan dengan Metode Log Pearson Type III, ditabulasi dalam Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Nilai Curah Hujan Rancangan

| Periode Ulang (T) | Xi | Log Xi | G |
|-------------------|--------|--------|---------|
| 2 | 161,05 | 2,207 | -0,1934 |
| 5 | 202,10 | 2,306 | 0,7334 |
| 10 | 234,48 | 2,370 | 1,3401 |
| 20 | 264,52 | 2,422 | 1,8322 |
| 25 | 280,96 | 2,449 | 2,0783 |
| 50 | 320,95 | 2,506 | 2,6216 |
| 100 | 364,62 | 2,562 | 3,1423 |

Dengan menggunakan Formula Mononobe, selanjutnya intensitas curat hujan dapat dihitung dan hasil didapatkan seperti yang disajikan dalam Tabel 6 berikut ini

Tabel 6. Hasil Perhitungan Intensitas Hujan

| Durasi (Menit) | Intensitas (mm/jam), Untuk masing-masing Periode Ulang T (tahun) | | | | | |
|----------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| 5 | 292,65 | 367,24 | 426,08 | 510,53 | 583,21 | 662,56 |
| 10 | 184,36 | 231,34 | 268,41 | 321,62 | 267,40 | 417,38 |
| 20 | 116,14 | 145,74 | 169,00 | 202,60 | 231,45 | 262,94 |
| 30 | 88,63 | 111,22 | 129,04 | 154,62 | 176,63 | 200,66 |
| 40 | 73,16 | 91,81 | 106,52 | 127,63 | 145,80 | 165,64 |
| 60 | 55,83 | 70,06 | 81,29 | 97,40 | 111,27 | 126,41 |
| 80 | 46,09 | 57,84 | 67,10 | 80,40 | 91,85 | 104,35 |
| 120 | 35,17 | 44,14 | 51,21 | 61,36 | 70,09 | 79,63 |

Intensitas curah hujan pada durasi maksimum (I_T), masing-masing periode ulang adalah $I_2 = 35,17$ mm/jam; $I_5 = 44,14$ mm/jam; $I_{10} = 51,21$ mm/jam; $I_{25} = 61,36$ mm/jam; $I_{50} = 70,09$ mm/jam; $I_{100} = 79,63$ mm/jam. Dengan menggunakan formula rasional, maka untuk intensitas curah hujan yang tanpa mempertimbangkan faktor perubahan iklim, dan RTH yang kurang dari 1/3 syarat minimal, sehingga dapat dianggap semua curah hujan menjadi air limpasan, selanjutnya debit banjir dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_t = 0,278.C.I_T.A$$

Maka debit banjir $Q_2 = 33,82$ m³/det > 29,58 m³/det; $Q_5 = 42,46$ m³/det > 29,58 m³/det; $Q_{10} = 49,26$ m³/det > 29,58 m³/det; $Q_{25} = 59,02$ m³/det > 29,58 m³/det; $Q_{50} = 67,41$ m³/det > 29,58 m³/det; $Q_{100} = 76,59$ m³/det > 29,58 m³/det.

Dari hasil perhitungan debit banjir, terlihat bahwa debit banjir untuk masing-masing periode ulang semuanya melampaui daya tampung Kanal Pannampu yang hanya berkapasitas 29,58 m³/det, mulai dari debit banjir periode ulang 2 tahun, apalagi untuk debit banjir pada periode ulang 100 tahun.

Jika pengaruh akibat perubahan iklim diperhitungkan, maka intensitas curah hujan harian terkoreksi (I_c), $I_{c(2)} = 35,61$ mm/jam; $I_{c(5)} = 45,28$ mm/jam; $I_{c(10)} =$

$53,40$ mm/jam; $I_{c(25)} = 66,85$ mm/jam; $I_{c(50)} = 81,06$ mm/jam; $I_{c(100)} = 101,57$ mm/jam. Dengan intensitas curah hujan harian terkoreksi (I_c) dan dianggap semua curah hujan menjadi air limpasan, maka debit banjir terkoreksi $Q_2 = 34,25$ m³/det > 29,58 m³/det; $Q_5 = 43,55$ m³/det > 29,58 m³/det; $Q_{10} = 51,36$ m³/det > 29,58 m³/det; $Q_{25} = 64,30$ m³/det > 29,58 m³/det; $Q_{50} = 77,97$ m³/det > 29,58 m³/det; $Q_{100} = 97,70$ m³/det > 29,58 m³/det.

Dari hasil perhitungan debit banjir dengan memperhitungkan pengaruh perubahan iklim seperti yang dijabarkan di atas, semakin terlihat bahwa untuk masing-masing periode ulang debit banjir yang terprediksi semuanya melampaui daya tampung Kanal Pannampu yang hanya berkapasitas 29,58 m³/det, mulai dari debit banjir periode ulang 2 tahun, apalagi untuk debit banjir pada periode ulang 100 tahun.

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kanal Pannampu tidak mampu menampung volume atau debit banjir tahunan yang terjadi pada saat ini, sebagai akibat dari keterbatasan RTH dalam kota Makassar, dan juga akibat perubahan iklim (Climate Change) yang telah meningkatnya intensitas curah hujan dalam dua dekade terakhir di Kota

Makassar. Tindakan mitigasi dan adaptasi yang dapat dilakukan untuk sarana Kanal Pannampu hampir tidak akan memberikan hasil yang efektif dalam menghadapi banjir tahunan di Kota Makassar. Satu-satunya jalan untuk meningkatkan kapasitas kanal tersebut adalah tindakan pembangunan kanal baru, dengan perencanaan yang komprehensif dan mempertimbangkan semua parameter yang mempengaruhi efektifitas fungsi drainase akibat berbagai hal, seperti: Pengaruh perubahan iklim yang berakibat peningkatan intensitas curah hujan, peningkatan permukaan air laut, dan lain-lain.

Dari pencermatan yang dihasilkan dalam penelitian ini, maka penulis merekomendasikan untuk melakukan penelitian selanjutnya terhadap kondisi kritis pada layanan Kanal Pannampu dengan melakukan beberapa penelitian, seperti penelitian untuk menganalisis pengaruh reklamasi pantai di kawasan Pelabuhan Sukarno Hatta dan sekitarnya terhadap efektifitas fungsional Kanal Pannampu. Penelitian untuk menganalisis kebijakan Pemerintah Kota dalam mengeluarkan IMB yang sangat mempengaruhi penurunan RTH di kawasan Kanal Pannampu. Penelitian berupa studi kelayakan untuk pengadaan

bangunan penampung air limpasan, baik berupa bangunan *Retention Ponds* atau *Regulation Ponds*, yang dapat membantu beban volume banjir pada saluran Kanal Pannampu dan saluran-saluran drainase yang ada di kawasan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. (2012). Pengaruh intensitas hujan terhadap aliran permukaan dan kapasitas drainase di daerah perkotaan. *Hydrology and Earth System Sciences*.
- Anonimus. (2012). Studi Kasus Banjir di Kanal Pannampu. Pusat Studi Air Tanah dan Lingkungan Hidup (PUSATALING) Universitas Hasanuddin.
- Anonimus. (2017). Studi Pengelolaan OP Kanal dan Saluran (Saluran Perumnas, Saluran Gowa, Saluran Pampang, Kanal Pannampu, Kanal Sinrijala, Kanal Pannampu). Buku Nomor 1 Tahun 2017.
- Anonimus. (2019). Analisis Penggunaan Lahan Permukiman Berdasarkan Pola Ruang Kawasan Lindung Kota Makassar.
- Anonimus. (2021). Evaluasi Kapasitas Kanal / Saluran Drainase Primer Kota Makassar dan Kabupaten Gowa. Laporan Tahun 2021.
- Anonimus. (2023). Analisis Data Curah Hujan Wilayah untuk Mengurangi Risiko Terjadinya Banjir di Kota Makassar. Seminar Nasional Hasil Penelitian, “Penguatan Riset, Inovasi, Kreativitas Peneliti di Era 5.0”. LP2M-Universitas Negeri Makassar.
- Anonimus. (2023). Kamus Besar Bahasa Indonesia (Pemutakhiran terakhir: Oktober 2023). Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kemendikbud.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). (2023). Analisis Laju Perubahan Curah Hujan Tahunan.
- Bradley, M. (2012). Rome, Pollution and Propriety: Dirt, Disease and Cleanliness in the Eternal City from Antiquity to

- Modernity. Cambridge University Press.
- Chapman, C., & Hall, J. W. (2022). Designing green infrastructure and sustainable drainage systems in urban development to achieve multiple ecosystem benefits. *Sustainable Cities and Society*, 85.
- Diamond, R. S., & Kassel, B. G. (2018). A history of the urban underground tunnel (4000 B.C.E. - 1900 C.E.). *Journal of Transportation Technologies*, 8(1).
- Evans, E., Ashley, R., Hall, J., Penning-Rowsell, E., Saul, A., Sayers, P., Thorne, C., & Watkinson, A. (2004a). Future flooding. Scientific summary: Volume I: Future risks and their drivers. Office of Science and Technology, London.
- Evans, E., Ashley, R., Hall, J., Penning-Rowsell, E., Saul, A., Sayers, P., Thorne, C., & Watkinson, A. (2004b). Future flooding. Scientific summary: Volume II: Managing future risks. Office of Science and Technology, London.
- Fahmyddin Araaf Tauhid, & Hoferdy Zawani. (2018). Mitigating climate change related floods in urban poor areas: Green infrastructure approach. *Journal of Regional and City Planning*, 29(2).
- Fathinah, U. (2022). Perencanaan Kawasan Pariwisata Kanal di Kota Makassar (Studi Kasus: Kanal Pannampu-Pannampu). Skripsi thesis, Universitas Hasanuddin.
- Hadini, M. H., et al. (2023). Green infrastructure intervention to improve waste and water system in urban areas. *Smart City*, 3(1).
- IPCC. (2023). AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023.
- Kodoatie, R. J. (2013). *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. ANDI.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Pengelolaan Banjir di Wilayah Perkotaan*. Pustaka Pelajar.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata Ruang Air*. ANDI.
- Magnusson, R. J. (2012). *Rome's Waterways: Aqueducts, Fountains, and the Birth of a Baroque City*. Yale University Press.
- Moradi, M., et al. (2007). Water resource management for Iran's Persepolis complex. Conference Paper.
- NASA's Goddard Institute for Space Studies. (2014). *A Guide to NASA's Global Climate Change*.
- Sarbidi. (2014). Design criteria of the urban area sustainable drainage for human settlements. *Jurnal Permukiman*, 9(1), 1-16.
- Schuch, G., et al. (2017). Water in the city: Green open spaces, land use planning and flood management – An Australian case study. *Land Use Policy*, 63, 539-550.
<https://doi.org/10.5614/jrcp.2018.29.2.2>
- UN Water. (2024). *Water and Climate Change*.
- UNICEF. (2024). *Water and the global climate crisis: 10 things you should know*.
- University of Hawaii Sea Level Center. (2015). *Kenaikan permukaan air laut, 1970-2018*.
- Wulandari, S. (2024). *Pembangunan dan Perkembangan Kanal Pannampu di Kota Makassar, 1979-1991*. Skripsi thesis, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Yang, Q., Zheng, X., Jin, L., Lei, X., Shao, B., & Chen, Y. (2021). Research progress of urban floods under climate change and urbanization: A scientometric analysis. *Buildings*, 11(12), 628.
<https://doi.org/10.3390/buildings11120628>.