

## **Perubahan Iklim dan Resiko Bencana Banjir dalam Kondisi Eksisting Drainase Kota yang Tidak Berkelanjutan (Studi Kasus: Pada Kanal Jongaya, Kota Makassar)**

*Climate Change and Flood Disaster Risk in the Existing Conditions of Unsustainable City Drainage (Case Study: on the Jongaya Canal, Makassar City)*

**Darwis Panguriseng<sup>1\*</sup>, Mahmuddin<sup>2</sup>, Muh. Syafaat S. Kuba<sup>2</sup>**

\*E-mail: darwispanguriseng@unismuh.ac.id

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

Diterima: 7 September 2024 / Disetujui: 30 Desember 2024

### **ABSTRAK**

Siklus air adalah mekanisme keseimbangan bumi yang paling nyata terpengaruh oleh pemanasan global. Hal ini menciptakan efek domino pada elemen cuaca, seperti intensitas dan frekuensi curah hujan serta perubahan distribusi air dalam sistem hidrologi yang memicu perubahan iklim. Perubahan iklim meningkatkan curah hujan dan frekuensi hujan, yang berdampak pada efektivitas fungsi saluran dan drainase. Salah satu kasus yang dianalisis adalah keberlanjutan Kanal Jongaya di Makassar, yang hampir setiap tahun mengalami kelebihan kapasitas hingga menyebabkan banjir. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas Kanal Jongaya tidak lagi mampu menampung debit banjir tahunan akibat peningkatan curah hujan selama dua dekade terakhir. Tidak ada alternatif mitigasi atau adaptasi yang dapat diterapkan pada prasarana kanal tersebut selain pembangunan kanal baru dengan perencanaan yang komprehensif. Selain itu, penulis menyarankan beberapa langkah, seperti melakukan penelitian untuk menganalisis dampak reklamasi pantai terhadap fungsi Kanal Jongaya, meninjau kebijakan Izin Mendirikan Bangunan (IMB) yang memengaruhi penurunan ruang terbuka hijau di sekitar kanal, serta melakukan studi kelayakan untuk membangun kolam retensi atau kolam regulasi sebagai solusi untuk mengurangi beban volume banjir di kawasan tersebut.

**Kata Kunci:** Banjir, Emisi Gas, Perubahan Iklim, Pemanasan Global, Siklus Hidrologi

### **ABSTRACT**

*The water cycle is a key mechanism for Earth's balance that is significantly affected by global warming. This creates a domino effect on weather elements, such as the intensity and frequency of rainfall, as well as the redistribution of water within the hydrological system, ultimately triggering climate change. Climate change increases rainfall intensity and frequency, impacting the effectiveness of drainage and channel systems on the Earth's surface. One analyzed case is the sustainability of the Jongaya Canal in Makassar, which nearly every year experiences overcapacity, leading to floods. The analysis revealed that the Jongaya Canal's capacity can no longer accommodate the annual flood discharge due to increased rainfall intensity over the past two decades. There are no viable mitigation or adaptation measures for the existing canal infrastructure other than building a new canal with comprehensive planning. Additionally, the authors suggest several steps, including conducting research to analyze the impact of coastal reclamation on the functionality of the Jongaya Canal, reviewing building permit (IMB) policies that influence the reduction of green open spaces around the canal, and conducting feasibility studies to construct retention ponds or regulation ponds as solutions to reduce the flood volume burden in the area.*

**Keywords:** Flood, Gas Emission, Climate Change, Global Warming, Hydrological Cycle



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

## A. PENDAHULUAN

Banjir adalah peristiwa terbenamnya daratan (yang biasa kering) karena volume air meningkat (Kusumo & Nursari, 2016). Selanjutnya para ahli mengembangkan terminologi banjir sebagai peristiwa berlimpahnya air yang meluap hingga ke daratan, yang biasanya kering, akibat curah hujan yang tinggi, lelehan salju, atau masalah lain yang mengakibatkan air tak dapat diserap dengan cepat oleh tanah atau dialirkan oleh saluran/drainase air yang ada.

Secara umum perubahan iklim (*climate change*), dapat diartikan sebagai perubahan pola dan intensitas unsur-unsur iklim dalam periode waktu yang sangat lama (Sunarmi et al, 2022). Bentuk perubahan berkaitan dengan perubahan kebiasaan cuaca atau perubahan persebaran kejadian cuaca. Penyebab utama terjadinya perubahan iklim adalah pemanasan planet bumi (*global warming*). *Global warming* terutama dipicu oleh berbagai faktor seperti kegiatan penambangan dan penggunaan material fosil sebagai bahan bakar yang menghasilkan emisi gas rumah kaca (Anggraini & Kusuma, 2024). Demikian pula dengan kegiatan pertanian yang telah banyak menyebabkan penggundulan (*deforestation*), dan bahkan telah

mengakibatkan pengurangan (*desertification*). Serta berbagai kegiatan eksplorasi lainnya yang memaksa planet bumi mencari keseimbangan baru, sehingga menimbulkan berbagai macam perubahan seperti kenaikan suhu, pergeseran siklus biogeokimia secara umum, terutama pada siklus hidrologi.

Beberapa lembaga nasional dan internasional telah mendefinisikan perubahan iklim (*climate change*) berdasarkan sudut pandangnya masing-masing. Menurut LAPAN, perubahan iklim adalah perubahan rata-rata salah satu atau lebih elemen cuaca pada suatu daerah tertentu (Suripin & Kurniani, 2016). Sedangkan istilah perubahan iklim skala global adalah perubahan iklim dengan acuan wilayah bumi secara keseluruhan. NASA (2014) berpendapat bahwa *climate change* adalah perubahan cuaca yang biasa di suatu tempat. Perubahan ini bisa berupa perubahan curah hujan yang biasanya turun di suatu tempat dalam setahun atau bisa juga perubahan suhu udara suatu tempat selama satu bulan atau satu musim. Perubahan iklim juga merupakan perubahan iklim bumi. Ini bisa jadi perubahan suhu udara bumi dari yang biasanya. Selanjutnya *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2023)

berpendapat bahwa climate change merupakan perubahan pola dan intensitas unsur-unsur iklim pada periode waktu (musim) tertentu dibandingkan dengan kondisi normal atau rata-rata historisnya (lebih dari 30 tahun).

Perubahan iklim menyebabkan krisis sumber daya air dan berbagai bencana terkait air (seperti banjir dan kekeringan), karena dengan meningkatnya suhu telah mengganggu pola presipitasi dan seluruh siklus air di planet bumi ini (UNICEF, 2024).

Air dan perubahan iklim saling terkait erat. Perubahan iklim mempengaruhi air dunia dengan cara yang kompleks. Dari pola presipitasi yang tidak dapat diprediksi hingga menyusutnya lapisan es, naiknya permukaan air laut, seringnya banjir dan kekeringan terjadi. Menurut *UN Water*, bahwa sebagian besar dampak perubahan iklim disebabkan oleh karena terganggunya siklus air di bumi. Banyak orang yang berpikir bahwa perubahan iklim sebatas berarti suhu yang lebih hangat (Fithriandhini & Putra, 2022). Tapi kenaikan suhu hanyalah awal dari mulainya perubahan iklim. Karena Bumi adalah sebuah sistem, di mana semuanya terhubung, perubahan di satu area dapat

memengaruhi perubahan di semua area lainnya.

Menurut catatan para ahli bahwa akibat emisi gas yang sangat tinggi sepanjang abad ke-20, telah mengakibatkan suhu rata-rata di planet bumi pada awal abad ke-21 sekarang ini telah meningkat sebesar 1,1°C jika dibandingkan dengan suhu di bumi pada awal abad ke-20 (rentang waktu 100 tahun). Bahkan di beberapa kawasan peningkatan suhu telah mencapai kurang lebih 2°C.

Konsekuensi dari perubahan iklim saat ini antara lain, kekeringan hebat, kelangkaan air, kebakaran hebat, naiknya permukaan laut, banjir, pencairan es kutub, curah hujan yang dahsyat dan penurunan keanekaragaman hayati (*biodiversity decline*). Semua efek dari perubahan iklim tersebut terkait satu sama lain, bahkan saling memicu dan memberikan efek berantai. Intensitas curah hujan yang dahsyat akan menimbulkan limpasan yang sangat cepat memenuhi saluran/drainase (Chahyono et al, 2022), yang kemudian sulit dialirkan ke hilir akibat kenaikan permukaan air laut. Demikian pula dengan kekeringan hebat yang ditimbulkan oleh fenomena perubahan iklim, akan sangat mudah memicu bencana kebakaran. Dan berbagai

efek domino lainnya yang diakibatkan oleh perubahan iklim.

Pengamatan terhadap peningkatan permukaan air laut telah dilakukan oleh Universitas Hawaii dari kurun waktu 1970 – 2018. *University of Hawaii Sea Level Center* mencatat kenaikan permukaan air laut di dunia per Januari 2018 adalah setinggi 3,9 cm atau meningkat 1,7 kali lipat bila dibandingkan data tahun 1970. Kenaikan tertinggi yang terjadi selama hamper lima decade terakhir tersebut adalah pada bulan Juli 2017 yang mencapai kenaikan setinggi 4,45 cm.

Sementara dari *NOAA Global Climate Map* melalui citra satelit menunjukkan angka rata-rata peningkatan permukaan air laut per tahun adalah sebesar 3,1 mm (0,31 cm). Kenaikan ini terjadi karena melelehnya glasier dan lempengan es lainnya akibat suhu udara yang memanas. Selain itu akibat lain dari meningkatnya suhu, menurut penulis bahwa peningkatan permukaan air laut juga disebabkan berubahnya keseimbangan hidrologis akibat kerusakan lingkungan, sehingga volume air dalam akuifer dan cekungan air tanah berkurang drastis, dan berpindah menambah eksistensi air di laut. Hipotesis ini dapat diperiksa silang pada banyakn akuifer yang menurun drastis

kapasitasnya, bahkan tidak sedikit yang telah kosong (*loss of springs*). Fenomena kenaikan permukaan air laut sangat terkait dengan efektifitas saluran/drainase dalam mengalirkan air untuk bermuara ke laut, terutama pada bangunan drainase di kawasan pesisir. Hal ini diakibatkan oleh berkurangnya luas penampang pengaliran pada drainase akibat tersumbat oleh permukaan air laut yang naik. Dan disamping itu kenaikan permukaan air laut juga mengakibatkan mengecilkan gradient aliran air di dalam saluran/drainase.

Disamping itu fenomena peningkatan intensitas curah hujan sebagai efek dari perubahan iklim, dengan sendirinya telah meningkatkan air limpasan yang harus ditampung oleh saluran atau drainase, terutama di daerah perkotaan yang menyisakan ruang terbuka hijau (RTH) yang semakin sempit.

Menurut BMKG (2023), bahwa Laju Perubahan Curah Hujan Tahunan yang diamati dalam kurun waktu 1981 – 2023, menunjukkan bahwa laju perubahan “curah hujan harian” secara nasional di Indonesia selama periode tahun 1981 – 2023 telah mengalami peningkatan tertinggi sebesar 158 mm / 30 tahun, dan mengalami penurunan terendah sebesar 53 mm / 30 tahun. Sedangkan laju

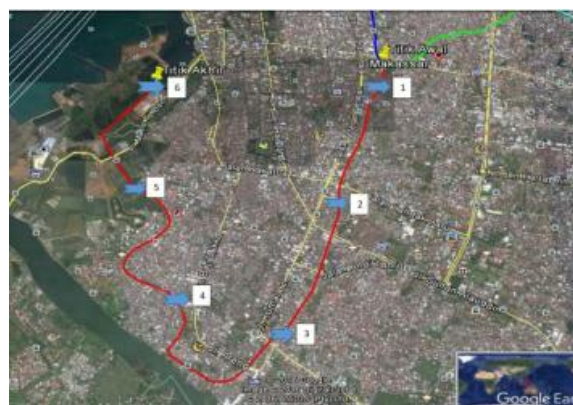
perubahan curah “hujan tahunan” secara nasional di Indonesia dengan peningkatan tertinggi sebesar 2784 mm / 30 tahun dan penurunan terendah sebesar 750 mm / 30 tahun.

Disamping terjadi perubahan curah hujan, perubahan iklim juga telah mengakibatkan perubahan terhadap jumlah hari hujan. Dari pengamatan BMKG (2023), tercatat bahwa terjadi perubahan hari hujan secara nasional di Indonesia selama periode tahun 1981 – 2023, mengalami peningkatan tertinggi sebesar 129 hari / 30 tahun dan penurunan terendah sebesar 49 hari / 30 tahun. Untuk perubahan hari hujan  $> 20$  mm/hari, secara nasional di Indonesia pada periode yang sama mengalami peningkatan tertinggi sebesar 39 hari / 30 tahun dan penurunan terendah sebesar 13 hari / 30 tahun. Sedangkan untuk perubahan hari hujan  $> 100$  mm/hari, secara nasional di Indonesia juga pada periode yang sama mengalami peningkatan tertinggi sebesar 4 hari / 30 tahun dan penurunan terendah sebesar 1 hari / 30 tahun.

Semua fenomena yang dijelaskan di atas, yakni: (1) peningkatan permukaan air laut, (2) peningkatan intensitas curah hujan, dan (3) peningkatan jumlah hari hujan (frekuensi), semuanya memberikan tekanan yang besar terhadap efektifitas

fungsi pada setiap saluran drainase yang ada.

Khusus untuk kasus drainase kota di Makassar sebagai sebuah kota pesisir, maka pengaruh dari ketiga fenomena di atas sangat besar. Terlebih lagi dengan kasus sempitnya RTH yang tersedia, semakin memperbesar air limpasan karena kapasitas infiltrasi sangat kecil. Disamping itu pada beberapa saluran drainase kota di Makassar sangat terpengaruh oleh efek reklamasi pantai yang telah memperpanjang jalur drainase seperti yang terjadi pada Kanal Jongaya.



**Gambar 1.** Layout Kanal Jongaya

Tabel 1. Data Teknis Kanal Jongaya

| No | Kriteria        | Deskripsi  |
|----|-----------------|--|
| 1  | Nama Saluran    | Kanal Jongaya<br>Kecamatan :<br>Makassar,        |
| 2  | Area Layanan    | Rappocini,<br>Tamalate,<br>Mamajang &<br>Mariso. |
| 3  | Wilayah         | Kota Makassar                                    |
| 4  | Titik Awal      | 5°08'52,70" LS dan<br>119°25'36,87" BT           |
| 5  | Titik Akhir     | 5°09'2,72" LS dan<br>119°24'15,24" BT            |
| 6  | Panjang Saluran | 9,215 Km   |

| No | Kriteria          | Deskripsi                 |
|----|-------------------|---------------------------|
| 7  | Kapasitas Saluran | 53,54 m <sup>3</sup> /det |
| 8  | Catchment Area    | 12,26 Km <sup>2</sup>     |

Sumber : Satker OP SDA Pompengan Jeneberang

Berdasarkan data tahun 2023, ruang terbuka hijau (RTH) di kota Makassar adalah 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 tidak ramah lingkungan, termasuk tidak ramah terhadap siklus hidrologi yang berkelanjutan.

## B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam bentuk analisis eksisting saluran drainase terhadap fenomena peningkatan beban drainase sebagai akibat meningkatkan intensitas curah hujan dalam dua dekade terakhir.

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.

Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi dapat dihitung dengan formula Mononobe. Intensitas curah hujan selanjutnya dikoreksi terhadap pengaruh perubahan iklim seperti yang telah diuraikan di atas, yang digunakan untuk memperhitungkan debit rencana, dengan Formula Rasional. Untuk periode masing-masing periode ulang (T) tahun, dengan peningkatan curah “hujan harian” tertinggi sebesar 158 mm / 30 tahun akibat perubahan iklim, maka:

$$I_{CT} = I_T \times \left(\frac{158}{24}\right) \times \left(\frac{T}{30}\right) \text{ mm/jam} \quad (1)$$

Hasil prediksi debit limpasan tersebut, kemudian dikomparasi dengan kapasitas kanal dalam kondisi normal, dengan asumsi pemeliharaan Kanal Jongaya 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          |

| Kondisi Lokasi           | Koefisien Pengaliran |
|--------------------------|----------------------|
| 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 Makassar, 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. Data Curah Hujan Harian Rata-rata

| 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<br>Ulang<br>(T) | Xi     | Log Xi | G      |
|-------------------------|--------|--------|--------|
|                         |        |        |        |
| 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<br>(Menit) | Intensitas (mm/jam), Untuk masing-masing<br>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 sebagai berikut :

1. Periode ulang 2 tahun  $I_2 = 35,17$  mm/jam.
2. Periode ulang 5 tahun  $I_5 = 44,14$  mm/jam.
3. Periode ulang 10 tahun  $I_{10} = 51,21$  mm/jam.
4. Periode ulang 25 tahun  $I_{25} = 61,36$  mm/jam.
5. Periode ulang 50 tahun  $I_{50} = 70,09$  mm/jam.
6. Periode ulang 100 tahun  $I_{100} = 79,63$  mm/jam.

Dengan menggunakan formula rasional, maka dengan intensitas curah hujan yang tanpa mempertimbangkan faktor perubahan iklim sebagai berikut :

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

Maka debit banjir  $Q_2 = 59,93$  m<sup>3</sup>/det,  $Q_5 = 75,22$  m<sup>3</sup>/det,  $Q_{10} = 87,26$  m<sup>3</sup>/det,  $Q_{25} =$

$104,57$  m<sup>3</sup>/det,  $Q_{50} = 119,44$  m<sup>3</sup>/det,  $Q_{100} = 135,70$  m<sup>3</sup>/det.

Dari hasil perhitungan debit banjir di atas, terlihat bahwa debit banjir untuk masing-masing periode ulang semuanya melampaui daya tampung Kanal Jongaya yang hanya berkapasitas 53,54 m<sup>3</sup>/det, mulai dari debit banjir periode ulang 2 tahun, apalagi untuk debit banjir pada periode ulang 100 tahun.

Jika pengaruh perubahan iklim diperhitungkan, maka intensitas curah hujan harian terkoreksi ( $I_c$ ), dapat dihitung dengan formula sebagai berikut :

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

Sehingga didapat  $I_{c(2)} = 35,61$  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. Debit banjir dapat dihitung dengan Rumus Rasional sebagai berikut :

$$Q_i = 0,278.C.I_c.A$$

Maka intensitas curah hujan dengan memperhitungkan faktor perubahan iklim, debit banjir didapat  $Q_2 = 60,68$  m<sup>3</sup>/det,  $Q_5 = 77,16$  m<sup>3</sup>/det,  $Q_{10} = 91,00$  m<sup>3</sup>/det,  $Q_{25} = 113,92$  m<sup>3</sup>/det,  $Q_{50} = 138,14$  m<sup>3</sup>/det,  $Q_{100} = 173,09$  m<sup>3</sup>/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 Jongaya yang hanya berkapasitas 53,54 m<sup>3</sup>/det, mulai dari debit banjir periode ulang 2 tahun, apalagi untuk debit banjir pada periode ulang 100 tahun.

Kanal Jongaya di Kota Makassar telah mengalami peningkatan volume atau debit banjir tahunan yang signifikan, yang diakibatkan oleh intensitas curah hujan yang meningkat dalam dua dekade terakhir. Fenomena ini menunjukkan bahwa kanal tersebut tidak lagi mampu menampung air hujan secara efektif, sehingga memerlukan tindakan mitigasi yang lebih komprehensif. Penelitian menunjukkan bahwa perubahan iklim, termasuk peningkatan curah hujan, berkontribusi terhadap masalah ini (Perdinan et al., 2019). Selain itu, kegiatan reklamasi pantai dan distorsi ruang terbuka hijau (RTH) juga berperan dalam memperburuk kondisi drainase di kawasan tersebut (Balya, 2024).

Dalam konteks ini, satu-satunya solusi yang tersisa adalah pembangunan kanal baru dengan perencanaan yang matang. Perencanaan ini harus mempertimbangkan berbagai parameter yang mempengaruhi efektivitas fungsi

drainase. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ruang terbuka hijau memiliki peran penting dalam mengelola air hujan dan mengurangi risiko banjir (Filifin et al., 2023). Oleh karena itu, penting untuk mengintegrasikan aspek-aspek lingkungan, seperti pengelolaan RTH, dalam perencanaan kanal baru (Supratiwi, 2019). Hal ini sejalan dengan kebijakan yang mendorong pengalokasian ruang terbuka hijau minimal 30% dari total wilayah kota, yang dapat membantu meningkatkan kapasitas penyerapan air (Fharaby et al., 2022).

Lebih jauh lagi, adaptasi terhadap perubahan iklim harus menjadi bagian integral dari strategi pembangunan infrastruktur. Penelitian menunjukkan bahwa perubahan iklim tidak hanya mempengaruhi curah hujan, tetapi juga dapat mengubah pola penggunaan lahan dan mempengaruhi kesehatan masyarakat (Salampessy et al., 2018). Oleh karena itu, pembangunan kanal baru harus dilakukan dengan mempertimbangkan dampak jangka panjang terhadap lingkungan dan masyarakat, serta melibatkan partisipasi masyarakat dalam proses perencanaan. Dengan pendekatan yang holistik dan partisipatif, diharapkan Kanal Jongaya dapat berfungsi lebih baik dalam

menghadapi tantangan banjir di masa depan.

#### D. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kapasitas Kanal Jongaya sudah tidak mampu lagi menampung volume atau debit banjir tahunan yang terjadi saat ini, sebagai akibat meningkatnya intensitas curah hujan di dalam dua dekade terakhir di Kota Makassar. Dengan kondisi tersebut, maka tidak ada lagi alternatif untuk tindakan mitigasi dan adaptasi yang dapat dilakukan pada sarana Kanal Jongaya. 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 (peningkatan intensitas curah hujan, peningkatan permukaan air laut, dan lain-lain); Pengaruh kegiatan reklamasi pantai; Pengaruh distorsi luasan Ruang Terbuka Hijau (RTH) ; dan sebagainya.

Dari pencermatan yang dihasilkan dalam penelitian ini, maka penulis merekomendasikan untuk melakukan penelitian lain terhadap kondisi kritis pada layanan Kanal Jongaya dengan melakukan beberapa penelitian. Penelitian

untuk menganalisis pengaruh reklamasi pantai di kawasan GMTDC dan CPI terhadap efektifitas fungsional Kanal Jongaya. Selanjutnya penelitian untuk menganalisis kebijakan Pemerintah Kota dalam mengeluarkan IMB yang sangat mempengaruhi penurunan RTH di kawasan Kanal Jongaya. Penelitian berupa studi kelayakan untuk pengadaan bangunan penampung air limpasan seperti bangunan *Retention Ponds* atau *Regulation Ponds*, yang dapat membantu beban volume banjir pada saluran kanal di kawasan tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, D. I., & Kusuma, P. F. (2024). The Role of Carbon Emission Disclosure, Environmental Performance, Environmental Cost, and Sustainability Reporting on Company Value. *Jurnal Ilmiah Raflesia Akuntansi*, 10(2), 779-792.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). (2023). *Analisis Laju Perubahan Curah Hujan*
- Balya. (2024). Pengadaan ruang terbuka hijau (analisis terhadap peraturan daerah Kabupaten Lombok Tengah Nomor 7 Tahun 2011 tentang rencana tata ruang wilayah Kabupaten Lombok Tengah 2011-2031). *Armada Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 2(4), 1295.
- Cahyono, M. S. D., Wibowo, L. S. B., & Utama, Y. A. K. (2022). *Mitigasi Bencana Banjir sebagai Upaya Mengatasi Masalah Lalu Lintas*. Penerbit NEM.
- Fharaby, R., & lainnya. (2022). Pemetaan rencana pola ruang terbuka hijau menggunakan AHP dan GIS untuk Kota Subulussalam. *Jurnal Health Sains*, 3(1), 374

- Filifin, A., & lainnya. (2023). Analisis kebutuhan ruang terbuka hijau di Jakarta. *Al Qalam Jurnal Ilmiah Keagamaan Dan Kemasyarakatan*, 17(2), 1966.
- Fitriandhini, D., & Putra, A. (2022). Dampak Kerusakan Ekosistem Hutan oleh Aktivitas Manusia: Tinjauan terhadap Keseimbangan Lingkungan dan Keanekaragaman Hayati. *Jurnal Kependudukan dan Pembangunan Lingkungan*, 3(3), 217-226.
- IPCC. (2023). *AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023*.
- Kusumo, P., & Nursari, E. (2016). Zonasi tingkat kerawanan banjir dengan sistem informasi geografis pada DAS Cidurian Kab. Serang, Banten. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 1(1).
- NASA's Goddard Institute for Space Studies. (2014). A Guide to NASA's Global Climate Change.
- Perdinan, A., & lainnya. (2019). Adaptasi perubahan iklim dan ketahanan pangan: Telaah inisiatif dan kebijakan. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 5(1), 75.
- Salampessy, A., & lainnya. (2018). Menakar kapasitas adaptasi perubahan iklim petani padi sawah (kasus Kabupaten Pasuruan Jawa Timur). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 25-34.
- Sunarmi, N., Kumailia, E. N., Nurfaiza, N., Nikmah, A. K., Aisyah, H. N., Sriwahyuni, I., & Lailly, S. N. (2022). Analisis faktor unsur cuaca terhadap perubahan iklim di Kabupaten Pasuruan pada tahun 2021 dengan metode Principal Component Analysis. *Newton-Maxwell Journal of Physics*, 3(2), 56-64.
- Supratiwi, R. (2019). Studi ruang terbuka hijau dalam kebijakan pengelolaan lingkungan hidup Pemerintah Kota Semarang. *Jiip Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 3(2), 3878.
- Suripin, S., & Kurniani, D. (2016). Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Hidrograf Banjir di Kanal Banjir Timur Kota Semarang. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 22(2), 119-128.
- 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.