

TA/TL/2025/2030



JURUSAN
TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

**Kajian Penilaian *Water Security* Pada Daerah Urban di
Kecamatan Depok Kabupaten Sleman Dengan
Menggunakan *Water Security Assessment Tools* (Watsat)**

**Serviko Chivo Shopiar
21513042**

Dosen Pembimbing I : Dr. Ir Andik Yulianto, S.T., M.T., I.P.M

Dosen Pembimbing II : Dhandun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D

**Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
2025**



DEPARTMENT
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

BACHELOR THESIS

Study Of Water Security Assessment On Urban Area In Depok Sub Region Using Water Security Assessment Tools (Watsat)

Serviko Chivo Shopiar

21513042

Supervisor I : Dr. Ir Andik Yulianto, S.T., M.T., I.P.M

Supervisor II : Dhandun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D

Environmental Engineering Bachelor Program

Faculty of Civil Engineering and Planning

Universitas Islam Indonesia

2025

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

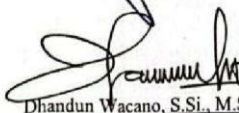
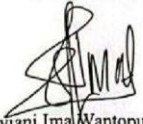
Kajian Penilaian *Water Security* Pada Daerah Urban Di Kecamatan Depok Dengan Menggunakan *Water Security Assessment Tools* (Watsat)

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)
pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia.

Serviko Chivo Shopiar
21513042

Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal 9 September 2025 dan disetujui oleh:

Tugas akhir ini telah diuji |

17/9/2025
Dr. Ir Andik Yulianto, S.T., M.T., I.P.M

17/9/2025
Dhandun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D

17/9/2025
Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T

(Pembimbing 1)

(Pembimbing 2)

(Penguji 1)

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana


19/9-25
Any Julfani, S.T., M.Sc.(Res.Eng.), Ph.D.

PERNYATAAN

Saya, penyusun tugas akhir ini, menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia, maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan studi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Perangkat lunak atau program komputer yang digunakan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya. Bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Tidak ada penggunaan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*, AI) dalam penyusunan karya tugas akhir ini kecuali:
 - a. untuk membantu dalam kadar yang wajar (seperti membantu mengoreksi, mencari ide, dan mencari referensi), dan
 - b. tercantum dan dijelaskan perihal penggunaannya secara eksplisit di dalam karya tugas akhir ini.Implikasi dari penggunaan AI tersebut menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 9 September 2025

Yang membuat pernyataan,



Serviko Chivo Shopiar

215133042

PRAKATA

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, Tugas akhir ini yang berjudul “ Kajian Penilaian *Water Security* Pada Daerah Peri-Urban di Kecamatan Depok Kabupaten Sleman Dengan Menggunakan *Water Security Assessment Tools* (Watsat)” dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penyusun karya ilmiah ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Proses penyusunan karya ilmiah ini tidak lepas dari berbagai tantangan, namun berkat bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak, seluruh kendala dapat diatasi.

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus dan mendalam kepada :

1. Dr. Ir. Andik Yulianto, S.T., M.T., I.P.M., selaku dosen pembimbing I, atas bimbingannya, saran konstruktif, dan ilmunya yang diberikan selama penyusunan karya ilmiah ini.
2. Dhandun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing II, atas dukungan, saran, motivasi, dan ilmu yang diberikan selama penyusunan karya ilmiah ini.
3. Kepada orang tua tercinta, Bapak Shopiar Juliansyah, S.E., M.M., dan ibu Titin Sumarni, S.H, beserta seluruh keluarga besar atas doa, dukungan moral, materi, serta motivasi yang tiada henti.
4. Bapak/ibu dosen dan staf Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, atas ilmu, pengetahuan, dan dukungan yang telah diberikan selama perkuliahan maupun diluar perkuliahan.
5. Nurfarizal Yulianto selaku *partner* tugas akhir penulis yang menemani penulis selama penyelesaian tugas akhir mulai dari pencarian data, pengolahan data, hingga terselesainya tugas akhir ini.
6. Rekan-rekan seperjuangan selama menempuh Program Studi Teknik Lingkungan angkatan 21, khususnya kepada Ardis Imtinan, Gilang Ahmad

Syafie, Muhammad Wijdan Bariq, dan Sahrul Ramadhan atas kebersamaan, semangat, dan dukungan selama menempuh studi dan penyelesaian tugas akhir.

7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan kontribusi dalam bentuk apapun demi terselesainya karya ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi materi maupun penyampaian. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan demi penyempurnaan karya-karya selanjutnya. Akhir kata, semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Lingkungan, khususnya terhadap isu *water security*.

Sleman, 9 September 2025



Serviko Chivo Shopiar

**Kajian Penilaian *Water Security* Pada Daerah Urban Di Kecamatan Depok
Dengan Menggunakan *Water Security Assessment Tools* (Watsat)**

Mahasiswa	: Serviko Chivo Shopiar
NIM	: 21513042
Program Studi	: Teknik Lingkungan - Program Sarjana
Pembimbing I	: Dr.Ir Andik Yulianto, S.T.,M.T., I.P.M.
Pembimbing II	: Dhandun Wacano., S.Si., M.Sc., Ph.D

Abstrak

Pertumbuhan penduduk dan urbanisasi memberikan tantangan terhadap keberlanjutan dan ketersediaan sumber daya air. Penelitian ini bertujuan menganalisis tren kondisi keamanan air di Kecamatan Depok tahun 2019 dan 2024 serta melakukan proyeksi keamanan air tahun 2045 dengan tiga skenario (terbaik, optimal, dan terburuk). Penilaian dilakukan dengan kerangka penilaian Watsat yang dimodifikasi peneliti dengan indikator stres air dan manajemen air perkotaan terpadu. Analisis yang dilakukan terhadap lima dimensi utama : suplai air dan sanitasi, produktivitas air, lingkungan, bencana terkait air, dan tata kelola air. Hasil kajian di prioritas terhadap akses dasar sehingga adanya peningkatan keamanan air dari 3,07 menjadi 3,29 dengan kategori “Keamanan air baik”. Hasil proyeksi skenario terbaik menunjukkan kenaikan signifikan dengan nilai 4,39 sedangkan skenario optimal sebesar 3,96, keduanya dengan status “Keamanan air sangat baik”. Hasil skenario terburuk mengalami penurunan menjadi 3,315 yang disebabkan oleh rendahnya investasi terhadap infrastruktur dasar, lemahnya kelembagaan dan tingkat pencemaran yang tidak terkontrol. Penelitian ini menyoroti pentingnya pendekatan lintas sektor dan dukungan publik dalam perencanaan air perkotaan dalam menghadapi tantangan urbanisasi dan perubahan iklim dimasa akan datang.

Kata kunci: *Kecamatan Depok, Watsat, Water Security, urban, Proyeksi*

Water Security Assessment On Urban Area In Depok Sub Region Using Water Security Assessment Tools (Watsat)

Student : Serviko Chivo Shopiar
Student Number : 21513042
Study Program : Environmental Engineering – Bachelor Program
Supervisor I : Dr.ir Andik Yulianto, S.T., M.T., I.P.M,
Supervisor II : Dhandun Wacano., S.Si., M.Sc., Ph.D

Abstract

Population growth and urbanization pose challenges to the sustainability and availability of water resources. This study aims to analyze the trend of water security conditions in Depok District in 2019 and 2024 and to project water security in 2045 with three scenarios (best, optimal, and worst). The assessment was carried out using the Watsat assessment framework modified by the researcher with water stress indicators and integrated urban water management. The analysis was conducted on five main dimensions: water supply and sanitation, water productivity, environment, water-related disasters, and water governance. The results of the study were prioritized for basic access so that there was an increase in water security from 3.07 to 3.29 in the category of "Good water security". The results of the best-case projection show an increase in the meaning with a value of 4.39 while the optimal scenario is 3.96, both with the status of "Water safety is very good". The worst-case scenario results decreased to 3,315 due to low investment in basic infrastructure, weak institutions and uncontrolled levels of pollution. This research highlights the importance of a cross-sectoral approach and public support in urban water planning in facing the challenges of urbanization and climate change in the future.

Key words: *Depok Sub-district, Water security, Peri urban, Watsat, Projection*

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
Abstrak	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Gambaran Umum Kecamatan Depok	6
2.1.1 Letak Administrasi dan Geografis	6
2.1.2 Kondisi Hidrologi Kecamatan Depok.....	7
2.1.3 Perubahan Tata Guna Lahan	9
2.2 Konteks Kawasan Urban Kecamatan Depok	11
2.2.1 Pembentukan Kawasan Perkotaan di Kecamatan Depok.....	11
2.2.2 Rencana Detail Tata Ruang Kawasan Sleman Tengah (RDTR)...	12
2.3 <i>Water Security</i>	14
2.3.1 <i>Water Security</i> dalam konferensi internasional.....	15
2.3.2 <i>Water Security Assessment Tools (Watsat)</i>	18

2.4	Kerangka Penilaian <i>Water Security Assessment Tools</i> (Watsat).....	19
2.4.1	Dimensi <i>Water Supply and Sanitation</i>	19
2.4.2	Dimensi <i>Water Productivity</i>	21
2.4.3	Dimensi <i>Water Related Disaster</i>	22
2.4.4	Dimensi <i>Water Environment</i>	23
2.4.5	Dimensi <i>Water Governance</i>	24
2.5	<i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP).....	25
2.6	Parameter Kualitas Air Minum	26
2.6.1	Total <i>Coliform</i> dan <i>E.Coli</i>	27
2.6.2	pH dan Klorin (Cl ⁻)	27
2.7	Penelitian Terdahulu	29
BAB III METODE PENELITIAN.....		34
3.1	Tahapan Penelitian	34
3.2	Metode Pengumpulan Data	35
3.2.1	Data Primer	35
3.2.2	Data Sekunder	35
3.3	Sistem Proyeksi.....	36
3.3.1	Proyeksi Penduduk.....	36
3.3.2	Proyeksi Kebutuhan Air Bersih	38
3.3.2	Proyeksi Volume Air Limbah Domestik.....	39
3.4	Prosedur Analisis Data Watsat.....	39
3.4.1	Pembobotan dengan metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	46
3.5	Interpretasi Indeks <i>Water Security</i>	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		54

4.1	Gambaran Kecamatan Depok 2045	54
4.1.1	Proyeksi Penduduk.....	54
4.1.2	Pola Penggunaan Air dan Sanitasi	56
4.2	Analisis <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	60
4.3	Analisis Indeks Urban <i>Water Security</i> Tahun 2019 dan 2024	68
4.3.1	Interpretasi Indeks Water Security tahun 2019 dan 2024.....	68
4.3.2	Dimensi Suplai Air dan Sanitasi (<i>Water Supply and Sanitation</i>)	70
4.3.3	Dimensi Produktivitas Air (<i>Water Productivity</i>)	76
4.3.4	Dimensi Bencana Terkait Air (<i>water related disaster</i>).....	79
4.3.5	Dimensi Lingkungan Air (<i>water environment</i>).....	83
4.2.6	Tata Kelola Air (<i>Water Governance</i>).....	88
4.4	Skenario Proyeksi Keamanan Air Kecamatan Depok 2045	89
4.4.1	Skenario Optimum (<i>Optimum Scenario</i>)	91
4.4.2	Skenario Terbaik (<i>Best Scenario</i>)	92
4.4.3	Skenario Terburuk (<i>Worst Scenario</i>)	94
4.4.4	Perbandingan Skenario Proyeksi Keamanan Air	95
BAB V PENUTUP.....		99
DAFTAR PUSTAKA.....		101
LAMPIRAN		1
RIWAYAT HIDUP		43

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Perbandingan pemanfaatan air tanah 2013 dan 2018.....	8
Tabel 2 2 Arah pengembangan Kecamatan Depok sesuai RTDR Sleman Tengah	13
Tabel 2 3 Dimensi penilaian water security menurut UN- <i>Water</i> 2013.....	15
Tabel 2 4 Skala penilaian AHP	26
Tabel 2 5 Penelitian terdahulu.....	29
Tabel 3 1 Klasifikasi data sekunder yang digunakan.....	35
Tabel 3 2 Analisa jumlah dan pertumbuhan penduduk Kecamatan Depok 10 tahun terakhir.....	37
Tabel 3 3 Perbandingan jumlah penduduk dan kepadatan Kecamatan Depok terhadap Kecamatan lain	37
Tabel 3 4 Komponen penilaian <i>Water Security</i> terpilih.....	41
Tabel 3 5 Pemenuhan alternatif yang dirumuskan memenuhi tujuan berbeda dari IUWM.....	47
Tabel 3 6 Indeks acak untuk n.....	50
Tabel 3 7 Interpretasi indeks urban <i>water security</i>	52
Tabel 4 4 Proyeksi kebutuhan air non domestik	57
Tabel 4 5 Kebutuhan air di Kecamatan Depok 2024-2045.....	58
Tabel 4 6 Bobot dimensi penilaian	61
Tabel 4 7 Pembobotan indikator penilaian.....	62
Tabel 4 8 Bobot variabel penilaian	63
Tabel 4 9 Bobot alternatif	67
Tabel 4 10 Perbedaan indeks dimensi penilaian	69
Tabel 4 11 Perbandingan indeks variabel suplai air dan sanitasi 2019 dan 2024 ..	74
Tabel 4 12 Perbedaan variabel penilaian produktivitas air	77
Tabel 4 13 Kelangkaan air di Kecamatan Depok.....	78
Tabel 4 14 Perbedaan penilaian variabel dimensi bencana terkait air	80
Tabel 4 15 Perbedaan variabel dimensi lingkungan air	84
Tabel 4 16 Indeks stres air	87

Tabel 4 17 Perbedaan indikator penilaian dimensi tata kelola air	89
Tabel 4 18 Variabel yang diproyeksikan pada tahun 2045	90
Tabel 4 19 Nilai variabel input skenario keamanan air optimum	91
Tabel 4 20 Nilai input variabel skenario keamanan air terbaik	93
Tabel 4 21 Variabel penilaian keamanan air skenario terburuk.....	94
Tabel 4 22 Perbandingan nilai capaian tiap skenario keamanan air	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Peta lokasi studi.....	7
Gambar 2 2 Peta zona tingkat pemanfaatan air tanah	9
Gambar 2 3 Luas penggunaan lahan menurut Kecamatan Kabupaten Sleman Tahun 2019	10
Gambar 2 4 Luas penggunaan lahan menurut Kecamatan Kabupaten Sleman Tahun 2023	11
Gambar 2 5 Tren pertumbuhan penduduk di Kecamatan Depok.....	12
Gambar 2 6 Kerangka penilaian urban <i>water security</i>	18
Gambar 3 1 Diagram alir penelitian.....	34
Gambar 3 2 Nilai keluaran Watsat	40
Gambar 3 3 <i>input</i> nilai variabel pada variabel terpilih.....	40
Gambar 3 4 Daftar komponen penilaian dan alternatif urban <i>water security</i>	48
Gambar 3 5 Model struktur hierarki model studi	49
Gambar 3 6 Tampilan <i>tools spicelogic</i> AHP.....	51
Gambar 4 1 Proyeksi penduduk Kecamatan Depok 2025-2045	55
Gambar 4 2 Perbandingan metode proyeksi terhadap pertumbuhan penduduk Kecamatan Depok	55
Gambar 4 3 Bobot dimensi penilaian.....	61
Gambar 4 4 Bobot indikator urban <i>water security</i>	63
Gambar 4 5 bobot variabel penilaian urban <i>water security</i>	66
Gambar 4 6 Bobot alternatif.....	68
Gambar 4 7 Perbandingan indeks dimensi penilaian	70
Gambar 4 8 Grafik perbandingan konsumsi air per kapita DIY	71
Gambar 4 9 Peta Sebaran <i>E.coli</i> pada sumur dangkal tahun 2019.....	73
Gambar 4 10 Peta sebaran <i>E.coli</i> pada sumur dangkal tahun 2024	73
Gambar 4 11 Perbedaan indikator dimensi suplai dan sanitasi.....	75
Gambar 4 12 Rakapitulasi kasus penyakit akibat air di Kecamatan Depok	76
Gambar 4 13 Perbedaan variabel penilaian produktivitas air	78
Gambar 4 14 Perbedaan variabel bencana terkait air.....	81

Gambar 4 15 Kejadian genangan air pada mal Amplaz Caturtunggal.....	82
Gambar 4 16 Peta risiko bahaya banjir lahar hujan Kabupaten Sleman.....	83
Gambar 4 17 Perbedaan variabel penilaian lingkungan air	85
Gambar 4 18 Tren IKA sungai Gajahwong dan Embung Tambakboyo.....	87
Gambar 4 19 Perbedaan penilaian variabel tata kelola air	89
Gambar 4 20 Indeks keamanan air Watsat skenario optimum.....	92
Gambar 4 21 Indeks keamanan air Watsat Skenario terbaik	94
Gambar 4 22 Indeks keamanan air Watsat skenario terburuk	95
Gambar 4 23 Grafik perbandingan tiga skenario proyeksi keamanan air.....	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proyeksi Volume Air Limbah Domestik	1
Lampiran 2 Proyeksi kapasitas produksi IPA	5
Lampiran 3 Kualitas Air Jaringan Distribusi Unit Depok	7
Lampiran 4 Hasil Observasi Kualitas Air Tambakboyo	12
Lampiran 5 Indeks Kualitas Air Embung Tambakboyo dan Sungai Gajahwong..	14
Lampiran 6 Regresi Linear Parameter Indeks Kualitas Air	16
Lampiran 7 Kuesioner Tata Kelola Air Kecamatan Depok	17
Lampiran 8 Proyeksi Keamanan air Skenario Optimum	21
Lampiran 9 Model Proyeksi Terbaik keamanan Air Perkotaan.....	28
Lampiran 10 Model Proyeksi Keamanan Air Perkotaan Skenario Terburuk	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah Urban memiliki kontribusi yang besar terhadap Pendapatan Domestik Bruto (PDB). Selain itu, wilayah urban menjadi salah satu faktor peningkatan tekanan air. Menurut United Nations (2018) lebih dari setengah populasi global tinggal di wilayah perkotaan dan akan diproyeksikan peningkatan sebesar 68% ditahun 2050. Peningkatan jumlah penduduk di wilayah urban yang mengakibatkan tingginya permintaan air, perubahan iklim dan polusi pada sumberdaya air yang akan menekan keamanan air pada skala perkotaan. Permasalahan tersebut menjadi tantangan Indonesia dalam memenuhi target dalam mencapai *Sustainable Development Goals* (SDGS) di tahun 2030 terutama pada aspek akses air bersih (SDG 6) dan pembangunan perkotaan & permukiman yang aman serta berkelanjutan (SDG11) hal ini tertuang dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJMN) tahun 2025-2030. Dalam capaiannya pemerintah Indonesia menargetkan 100% akses air minum layak dengan 43.15% sebagai akses air minum aman (Badan Perencanaan Nasional, 2024). Sedangkan target lainnya yang ingin dicapai yaitu memperkuat urbanisasi yang inklusif dan berkelanjutan melalui perencanaan, penanganan permukiman dan kapasitas partisipasi yang terintegrasi (Alisjahbana dan Murniningtyas, 2018) . Perkembangan industri dan pertumbuhan ekonomi di kota-kota besar di Indonesia menjadi pusat urbanisasi. Kota-kota besar di Indonesia seperti Yogyakarta memberikan harapan dan kualitas hidup yang lebih baik serta keterjangkauan terhadap akses layanan seperti pendidikan, kesehatan, dan pelayanan publik lainnya yang mengakibatkan meningkatnya urbanisasi di kota Yogyakarta.

Kabupaten Sleman sebagai salah satu daerah di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang mengalami pertumbuhan urbanisasi yang signifikan yang disebabkan perkembangan ekonomi, pendidikan, dan infrastruktur. Dengan adanya

urbanisasi di wilayah kota Yogyakarta mengakibatkan beberapa wilayah menjadi urban. Salah satu wilayah yang berkembang menjadi urban di Kabupaten Sleman adalah Kecamatan Depok (Kinanti and Wiwandari, 2013) . Perkembangan wilayah peri urban memberikan dampak langsung terhadap lingkungan, salah satu dampak dari urbanisasi adalah peningkatan jumlah kebutuhan air untuk kebutuhan domestik maupun non domestik sehingga mengakibatkan penurunan kualitas dan muka air tanah. Selain itu, wilayah urbanisasi juga berdampak terhadap potensi risiko banjir yang diakibatkan perubahan tata guna lahan dari lahan hijau menjadi pemukiman (Surya *et al.*, 2022). Permasalahan Kerentanan sumber daya air dan pengelolaannya di wilayah peri urban seperti kecamatan Depok perlu dilakukan penelitian dengan pendekatan penilaian keamanan air (*water security*).

Keamanan air merupakan ketersediaan air yang memadai untuk memastikan pasokan air yang aman dan terjangkau, sanitasi untuk semua aspek, mata pencaharian yang baik, ekosistem yang baik, dan pengurangan risiko terkait air dalam mendukung ekonomi yang berkelanjutan dan tangguh di pedesaan maupun perkotaan (Asian Development Bank, 2020). Dalam kajian menuju keamanan air Indonesia 2045 terdapat 3 pilar utama yaitu ; pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan dan ketahanan terhadap ancaman air, peningkatan akses secara berkelanjutan, dan penguatan tata kelola institusi dalam pengelolaan air yang berkelanjutan dan efisien (Alisjahbana, 2021). Keamanan air tidak hanya sekedar aspek kualitas dan kuantitas sumberdaya air namun, keamanan air menilai pengelolaan sumberdaya air secara menyeluruh dari aspek sosio-ekonomi maupun aspek teknis. Penelitian keamanan air yang dilakukan Penney *et al.* (2022), dan Kinanti dan Wiwandari (2013) yang menjelaskan mengenai faktor hubungan urbanisasi dengan keamanan air sehingga memiliki kesenjangan terhadap dimensi penelitian keamanan air yang terfokus hanya kepada aspek kuantitas, sanitasi, risiko bencana, dan pengelolaan sumberdaya air tanpa mempertimbangkan aspek keterlibatan masyarakat, sumber pencemaran air, nilai ekonomis air, tata kota, serta faktor sosio-ekonomi. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya pendekatan secara multisektoral terhadap penilaian keamanan air di wilayah peri urban terutama menggunakan alat yang komprehensif seperti *Water Assessment Tools* (Watsat).

Perkembangan isu keamanan air di wilayah peri urban seperti Kecamatan Depok menjadi penting untuk dilakukan penelitian lebih lanjut. Penelitian ini diharapkan memberikan wawasan mengenai keamanan air di wilayah peri urban sehingga diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat dan membantu dalam merumuskan kebijakan pengelolaan sumberdaya air yang berkelanjutan dalam menghadapi tantangan dimasa depan.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini perumusan masalah sebagai berikut :

1. Tren perkembangan keamanan air pada Kecamatan Depok tahun 2019 dan 2024 terhadap pengaruh urbanisasi yang menyebabkan masalah pada lima dimensi keamanan air
2. Kondisi keamanan di Kecamatan Depok tahun 2045 dalam menghadapi ketidakpastian dengan model skenario proyeksi terbaik, optimum, dan terburuk dalam menggambarkan kerbelanjutan sumber daya air dimasa depam

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh urbanisasi terhadap tren keamanan air pada tahun 2019 dan 2024 di Kecamatan Depok
2. Menganalisis keamanan air pada tahun 2045 dengan skema proyeksi berdasarkan tiga model skenario, terbaik, optimum, dan terburuk.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini dapat menentukan kondisi keamanan air pada Kecamatan Depok di Tahun 2019 dan 2024
2. Mengetahui kelemahan dan kelebihan Watsat sebagai Tools penilaian keamanan air

3. Memberikan pengetahuan mengenai fenomena urbanisasi terhadap kondisi keamanan air pada suatu kawasan
4. Mengetahui tantangan dalam level mencapai keamanan air disuatu kawasan
5. Hasil penelitian dapat menjadi dasar pengembangan penelitian mengenai keamanan air lebih lanjut.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian yang dilakukan pada Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman
2. Penilaian keamanan air dilakukan pada tahun 2019, 2024 dan 2045
3. Wawancara dilakukan untuk pengambilan data penilaian dimensi tata kelola air (*Water governance*) dengan sasaran perangkat Desa
4. Dimensi *water security* yang dibahas adalah persediaan air serta sanitasi, produktivitas air, bencana yang berkaitan dengan air, lingkungan air, dan pengelolaan air.
5. Dalam penilaian *water security* terdapat 40 variabel, 13 indikator, dan lima dimensi
6. Proyeksi 2045 menggunakan tiga skenario yaitu, skenario terburuk (*worst scenario*), skenario terbaik (*best scenario*), dan skenario sesuai RPJPD
7. Penggunaan *tools Water Security Assessment Tools* (Watsat) dalam membantu penilaian indeks *water security*.
8. Kerangka kerja penilaian *water security* dimodifikasi dengan menambahkan indikator *water stress* pada dimensi lingkungan air
9. Data pada tahun 2045 menggunakan pendekatan berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD) Kabupaten Sleman dan asumsi peneliti terhadap keamanan air skenario terburuk dan terbaik
10. Sistem tangki septik diasumsikan sebagai sistem yang tidak sanitasi aman dan sistem terpusat sebagai sistem sanitasi aman

11. Proyeksi SPALD dan persentase limbah non domestik yang terolah berdasarkan asumsi peneliti dengan menetapkan 70% terolah apabila tangki septik dan 30% tidak terolah
12. Proyeksi kebutuhan air Bukan Jaringan Perpipaan (BJP) dan Sambungan Rumah (SR) diasumsikan tidak adanya penggunaan akses air secara *hybrid*
13. Perhitungan sumber air terbarukan diasumsikan konstan tiap tahunnya
14. Penilaian keamanan air mengabaikan asal sumber daya air

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

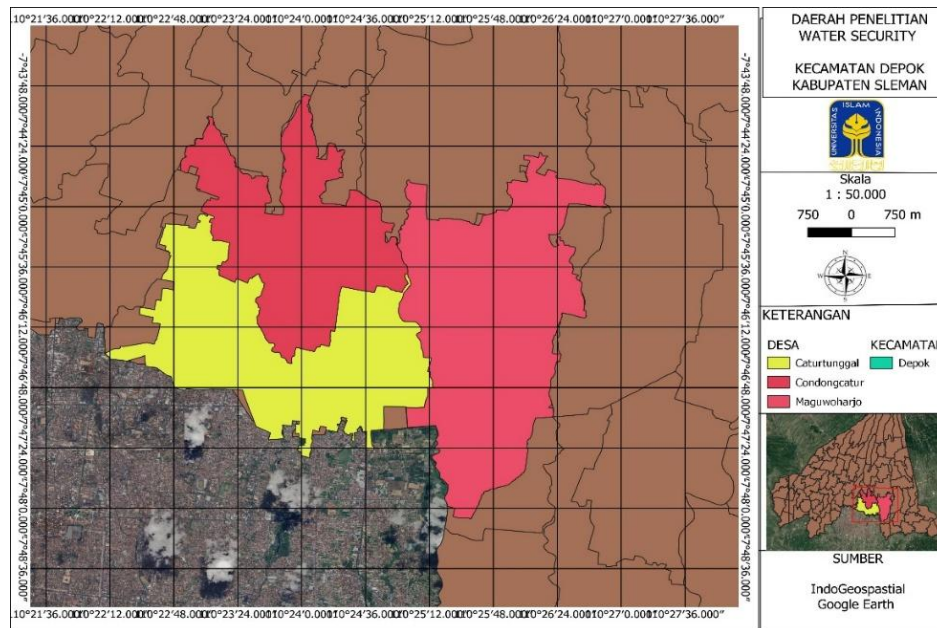
2.1 Gambaran Umum Kecamatan Depok

2.1.1 Letak Administrasi dan Geografis

Kecamatan Depok merupakan salah satu Kecamatan dibawah administrasi Kabupaten Sleman yang berbatasan langsung dengan Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Kecamatan Depok terletak pada diantara 7.46'43" Lintang Selatan dan 110.23'21" Bujur Timur dengan ketinggian 140 mdpl dan titik terendah pada 96 mdpl. Adapun kecamatan yang berbatasan langsung dengan Kecamatan Depok (BPS,2020):

- Sebelah Utara : Kecamatan Ngaglik
- Sebelah Timur : Kecamatan Kalasan
- Sebelah Selatan : Kecamatan Gondokusman dan Banguntapan
- Sebelah Barat : Kecamatan Mlati

Wilayah Kecamatan Depok memiliki luas area sebesar 35,55 km² dengan masing-masing luas wilayah desa yakni Caturtunggal (11,04 km²), Maguwoharjo (15,01 km²), dan Codongcatur (9,50 km²). Daerah penelitian merupakan daerah peri urban di Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta). Daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2 1 Peta lokasi studi

2.1.2 Kondisi Hidrologi Kecamatan Depok

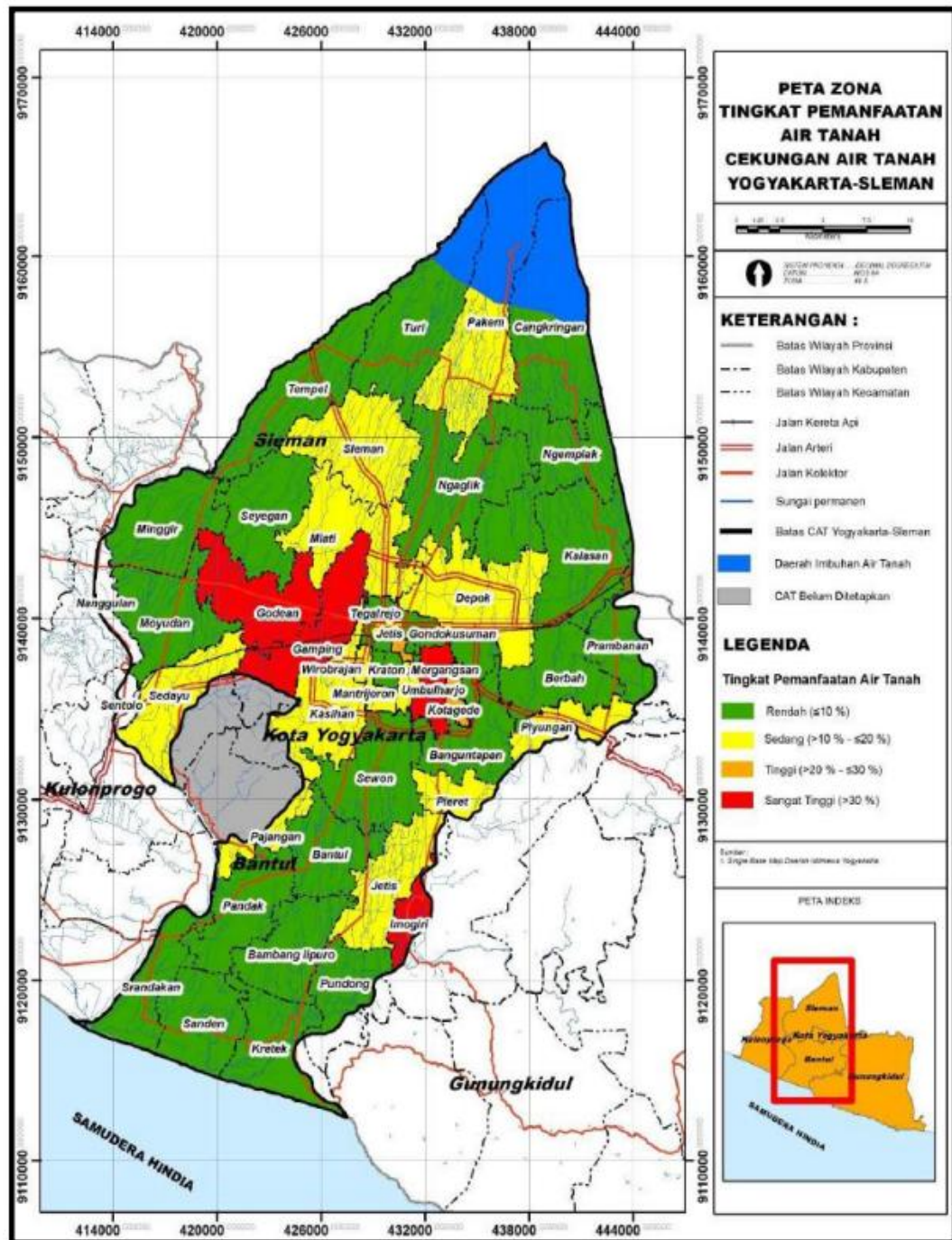
Kecamatan Depok dialiri oleh dua sungai, pada bagian barat dialiri oleh Sungai Gajahwong dan sisi bagian timur dialiri oleh Sungai Tambakbayan. Selain itu, Kecamatan Depok mempunyai dua embung dan satu telaga yaitu embung Tambakboyo dengan kapasitas 600 m³, embung UGM dengan kapasitas 10.000 m³, dan telaga Desa Babasari dengan kapasitas 712.000 m³(IKPLHD,2019). Sedangkan kondisi air tanah di Kecamatan Depok di tahun 2013 memiliki kapasitas 220.415.175 m³/tahun dengan neraca saldo sebesar 191.578.191 m³/tahun dengan kapasitas tersebut air tanah masih menyuplai kebutuhan domestik maupun kebutuhan usaha kecil maupun menengah (Hendrayana, 2016) sedangkan ditahun 2018 mengalami peningkatan dalam pemanfaatan air tanah dari 18.931.715 m³/tahun menjadi 22.904.698 m³/tahun sehingga persentase pemanfaatan air tanah di Kecamatan Depok sebesar 20,99% dengan tingkat klasifikasi sedang sehingga menjadikan Depok sebagai Kecamatan dengan pemanfaatan air tanah tertinggi di Sleman. Tren peningkatan pemanfaatan air dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Gambar 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2 1 Perbandingan pemanfaatan air tanah 2013 dan 2018

No	Kecamatan	Total Pemanfaatan Air tanah 2013 (m ³ /tahun)	Total Pemanfaatan Air tanah 2018 (m ³ /tahun)	Persentase Kenaikan/Penurunan
1	Moyudan	1.883.541	1.910.498	1,43%
2	Minggir	1.421.194	1.660.537	16,84%
3	Seyegan	2.178.101	2.340.379	7,45%
4	Godean	4.561.161	5.195.099	13,90%
5	Gamping	7.139.512	8.282.330	16,01%
6	Mlati	11.493.694	15.261.111	32,78%
7	Depok	18.931.715	22.904.698	21,00%
8	Berbah	2.796.471	3.327.410	18,99%
9	Ngemplak	4.310.914	4.790.946	11,14%
10	Turi	1.560.969	1.756.049	12,50%
11	Cangkringan	1.581.864	1.920.321	21,40%
12	Kalasan	5.532.613	6.672.207	20,60%
13	Ngaglik	6.799.380	8.237.848	21,16%
14	Pakem	2.847.516	3.905.058	37,14%
15	Prambanan	3.937.519	3.531.726	-10,29% (Penurunan)
16	Sleman	4.558.766	5.014.526	10,00%
17	Tempel	3.857.408	3.881.509	0,62%
	Total	84.672.337	100.688.062	18,82%

Sumber : (Hendrayana et al, 2020)

Sektor domestik merupakan sektor dengan pemanfaatan air tertinggi di Kabupaten Sleman yang kemudian disusul oleh sektor PDAM dan perhotelan. Tinggi pemanfaatan air tanah oleh sektor domestik didorong oleh ketergantungan akses terhadap air tanah sebagai air baku dibandingkan dengan air permukaan. Rendahnya pemanfaatan air permukaan disebabkan oleh rendahnya kualitas air permukaan yang di Kabupaten Sleman yang disebabkan oleh masalah pencemaran. Menurut Pemerintah Kabupaten Sleman (2023) dalam DIPLHD 2023 indeks kualitas air di Kabupaten Sleman sebesar 41,31 dengan rata-rata tercemar sedang dengan rendahnya indeks kualitas air mengakibatkan rendahnya pemanfaatan sumber air baku domestik maupun non domestik di Kabupaten Sleman termasuk di Kecamatan Depok.



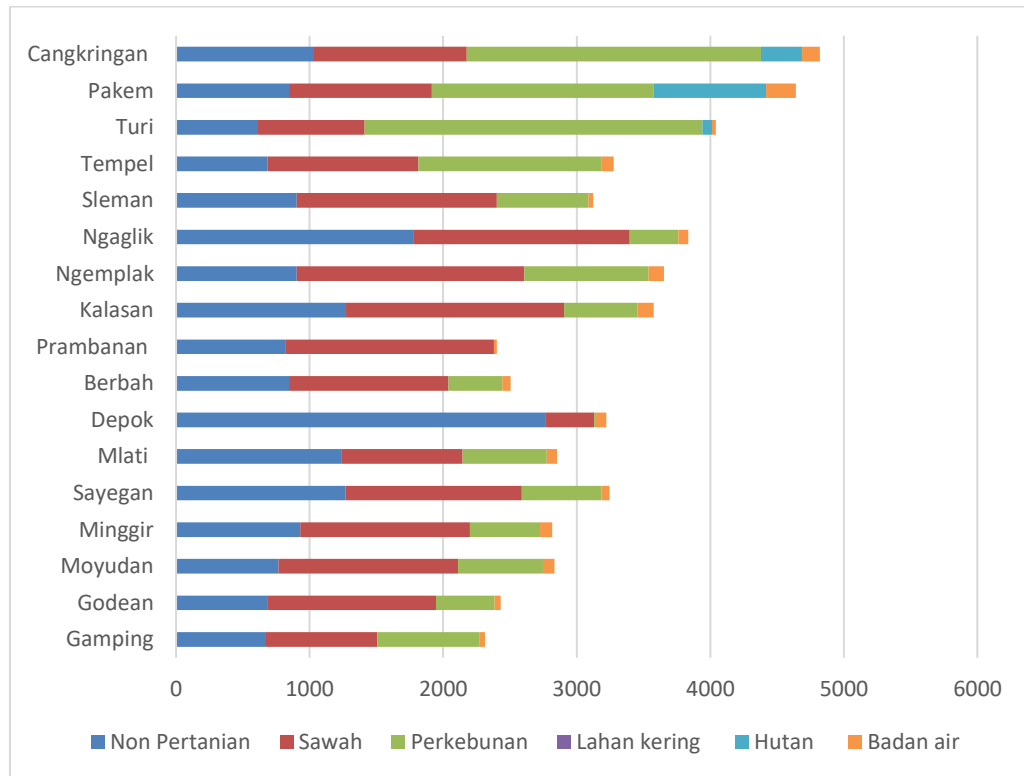
Gambar 2 2 Peta zona tingkat pemanfaatan air tanah

Sumber : (Hendrayana et al, 2020)

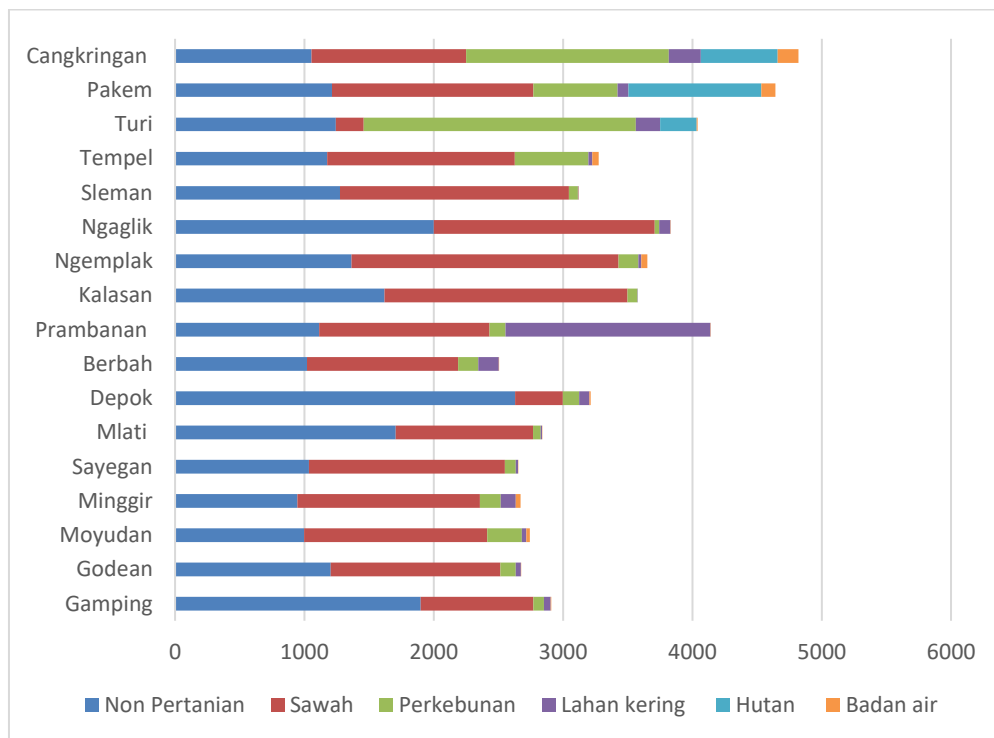
2.1.3 Perubahan Tata Guna Lahan

Pesatnya pembangunan di area urban mengakibatkan pergeseran terhadap penggunaan lahan terutama terhadap area hijau seperti sawah, pertanian kering, dan

hutan. Pergeseran ini ditandai dengan perubahan dari lahan pertanian menjadi lahan permukiman, tercatat pada tahun 2023 terjadi perubahan sebesar 69.15 Ha. Perbedaan penggunaan lahan tahun 2019 dan 2024 dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan Gambar 2.4 sebagai berikut.



Gambar 2 3 Luas penggunaan lahan menurut Kecamatan Kabupaten Sleman Tahun 2019
Sumber : DIKPLHD Kabupaten Sleman Tahun 2019



Gambar 2 4 Luas penggunaan lahan menurut Kecamatan Kabupaten Sleman Tahun 2023

Sumber : DIKPLHD Kabupaten Sleman Tahun 2023

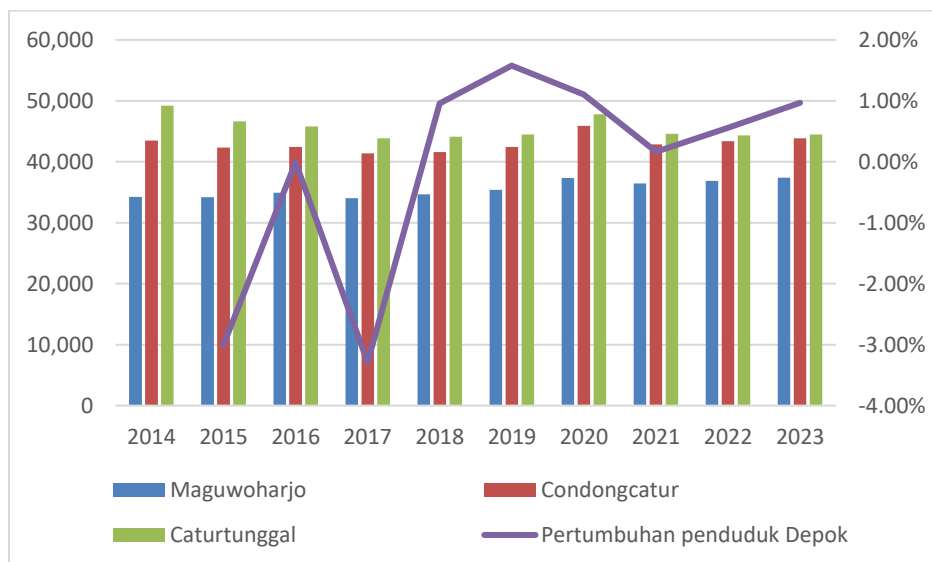
2.2 Konteks Kawasan Urban Kecamatan Depok

Arah pengembangan Kecamatan Depok diatur dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Sleman 2021-2041 dan Rencana Detail Tata Ruang Kawasan Sleman Tengah 2023-2043 (RDTR). Pengembangan Pusat kegiatan Nasional (PKN) sebagai kawasan perkotaan yang berfungsi menunjang kegiatan dengan berbagai skala internasional hingga provinsi. Kecamatan Depok sebagai salah satu Kecamatan yang di kawasan PKN sehingga menjadikan Kecamatan Depok sebagai kawasan perkotaan berbasis olahraga, kuliner dan pendidikan. Arah pengembangan Kecamatan Depok sebagai PKN dan kawasan perkotaan berbasis pendidikan, olahraga dan kuliner dibahas pada subbab selanjutnya.

2.2.1 Pembentukan Kawasan Perkotaan di Kecamatan Depok

Pembentukan kawasan perkotaan di Kecamatan Depok didasari oleh jumlah penduduk yang besar dengan total penduduk di tahun 2014 sebesar 126.959 jiwa

dengan tingkat kepadatan bruto sebesar 3.571 jiwa/km² dengan tingkat pertumbuhan mines pada tahun 2014-2017 disebabkan oleh besarnya migrasi keluar. Namun di tahun 2017-2024 mengalami peningkatan pertumbuhan dengan rata-rata 0,39% yang dapat dilihat pada Gambar 2.7. Dengan tingkat kepadatan yang tinggi hal ini sesuai dengan klasifikasi perkotaan menurut UN Habitat (2021) dengan tingkat kepadatan > 1.500 jiwa/km². Tingginya migrasi disebabkan oleh Kecamatan Depok masuk dalam kawasan aglomerasi perkotaan Yogyakarta yang memiliki kemajuan dalam bidang pendidikan, industri, barang, dan jasa (Dukcapil Sleman, 2023).



Gambar 2 5 Tren pertumbuhan penduduk di Kecamatan Depok

2.2.2 Rencana Detail Tata Ruang Kawasan Sleman Tengah (RDTR)

Rencana Detail Tata Ruang Kawasan mengklasifikasikan Kecamatan Depok sebagai kawasan strategis hal ini didasari Kecamatan Depok sebagai kawasan menunjang perkotaan di Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta. Selain itu, kecamatan Depok sebagai jalur utama akses Yogyakarta-Solo serta sebagai kawasan yang berbatasan langsung dengan Kota Yogyakarta. Arah Pengembangan Kecamatan Depok terbagi menjadi pengembangan kawasan permukiman padat & sedang, pengembangan pusat pendidikan, dan sub pusat pelayanan kota. Program

dan lokasi sasaran program pada arah pengembangan kawasan di Kecamatan Depok dijelaskan pada Tabel 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2 2 Arah pengembangan Kecamatan Depok sesuai RTDR Sleman Tengah

Sub pusat pelayanan kota/kawasan Perkotaan Condongcatur		Lokasi
a	Pengembangan <i>central business District</i> (CBD) Condongcatur	Koridor Ringroad Gandok – kaliwaru
b	Pengembangan area ruang terbuka hijau	Kawasan kantor kecamatan Depok
c	Pengembangan kawasan bisnis berbasis ruang terbuka hijau	Taman Kuliner Condocatur
Sub zona perumahan kepadatan tinggi/ sedang/rendah		
a	Pengembangan hunian pada sub zona perumahan kepadatan tinggi	Sekitar area <i>transit oriented development</i> (LOD) seperti seturan dan babasari
b	Penataan perumahan yang tidak memiliki akses terhadap jalan besar	Perumahan Condongcatur – Minomartani dan perumahan Deresan Kocoran
c	Penyediaan Ruang Terbuka Hijau pada perumahan kepadatan tinggi	Zona perumahan pada kawasan Sleman Tengah
Sub zona SPU Skala kota		
a	Pengembang pusat pendidikan regional dan kawasan pendukung pada sub zona skala kota	Babasari- Seturan- Condongcatur-Maguwo utara
b	Pengembangan sarana kesehatan skala regional	Kawasan sekitar Jogja <i>Interantional Hospital</i> (JIH)
Sub zona SPU skala Kecamatan		
a	Pengembangan sarana pelayanan umum Olahraga	Lapangan/stadion Maguwoharjo dan

Sub pusat pelayanan kota/kawasan Perkotaan Condongcatur		Lokasi
		lapangan Kelurahan
Zona perdagangan dan jasa		
a	Penataan dan pengembangan kawasan kuliner	Seturan, Babarsari dan Nologaten
b	Pengembangan dan penataan kawasan pedagang kaki lima	Stadion Maguwoharjo

Sumber : Rencana Detail Tata Ruang Kawasan Sleman Tengah 2023-2043

Arah pengembangan Kecamatan Depok terkonsentrasi pada permukiman padat dan sedang, pusat pendidikan, perdagangan dan jasa serta pusat pelayanan perkotaan. Arah pengembangan ini dapat meningkatkan timbulan air limbah maupun peningkatan kebutuhan air bersih dalam jumlah besar. Tata ruang wilayah Kecamatan Depok lebih mempertimbangkan aspek ekonomi dan spasial namun, belum adanya kebijakan mengenai pembatasan eksploitasi pada rencana detail tata ruang. Menurut Mukherjee, et al (2018) perubahan tata guna lahan seperti kemunculan industri kecil, bisnis *real estate*, dan area padat permukiman menyebabkan tingginya penggunaan air tinggi serta mengakibatkan perubahan kumulatif pada kuantitas maupun kualitas sumber daya air yang tersedia

2.3 *Water Security*

Keamanan air (*water security*) didefinisikan sebagai kapasitas populasi untuk melindungi akses air berkelanjutan ke jumlah air berkualitas yang dapat diterima dalam jumlah yang memadai dalam menjaga mata pencaharian, kesejahteraan manusia, dan pembangunan sosial ekonomi, untuk memastikan perlindungan terhadap polusi yang ditularkan melalui air dan bencana terkait air, dan untuk melestarikan ekosistem dalam iklim perdamaian dan stabilitas politik (Boisson dan Mills, 2023). Penjelasan *water security* menurut Asian Bank Development yaitu ketersediaan air yang memadai untuk memastikan pasokan air yang aman dan terjangkau, sanitasi yang inklusif untuk semua, mata pencaharian yang lebih baik, dan ekosistem yang sehat serta pengurangan risiko terkait air dalam mendukung ekonomi pedesaan-perkotaan yang berkelanjutan (Asian Development Bank, 2020).

2.3.1 *Water Security* dalam konferensi internasional

Dalam peningkatan *water security* dilakukan dengan pengukuran menggunakan kerangka penilaian. Penilaian yang dilakukan oleh UN *Water* dilakukan diseluruh negara. Laporan ini memberikan penilaian kuantitatif awal tentang keadaan ketahanan air di sejumlah negara . Un- *Water* melakukan penilaian kerentanan air di seluruh negara dengan tujuan mengukur dan membandingkan ketahanan air berdasarkan negara. Penilaian ini mencakup 10 komponen utama yang mewakili dari beberapa SDGs seperti SDGs 1 (tanpa kemiskinan), SDGs 3 (kesehatan dan kesejahteraan yang baik), SDGs 11 (kota berkelanjutan), dan SDGs 13 (aksi iklim). Dalam penilaian kerentanan air, SDGS 6 tidak dapat dilakukan secara independen . Namun, memerlukan penilaian terhadap keempat SDGs lain yang dapat mewakili isu kerentanan air . Dimensi penilaian *water security* UN *Water* dijelaskan pada Tabel 2.3 sebagai berikut.

Tabel 2 3 Dimensi penilaian *water security* menurut UN-*Water* 2013

No	Komponen <i>water security</i>	Indikator yang digunakan pada penilaian	Indikator yang berkaitan dengan SDGs
1	Air Minum	Proporsi penduduk yang menggunakan air minum dasar hingga aman (%)	6.1.1 proporsi penduduk yang menggunakan layanan air minum yang dikelola dengan aman
2	Sanitasi	Proporsi penduduk yang menggunakan sanitasi dasar hingga aman (%)	6.1.2a : proporsi penduduk yang menggunakan layanan sanitasi

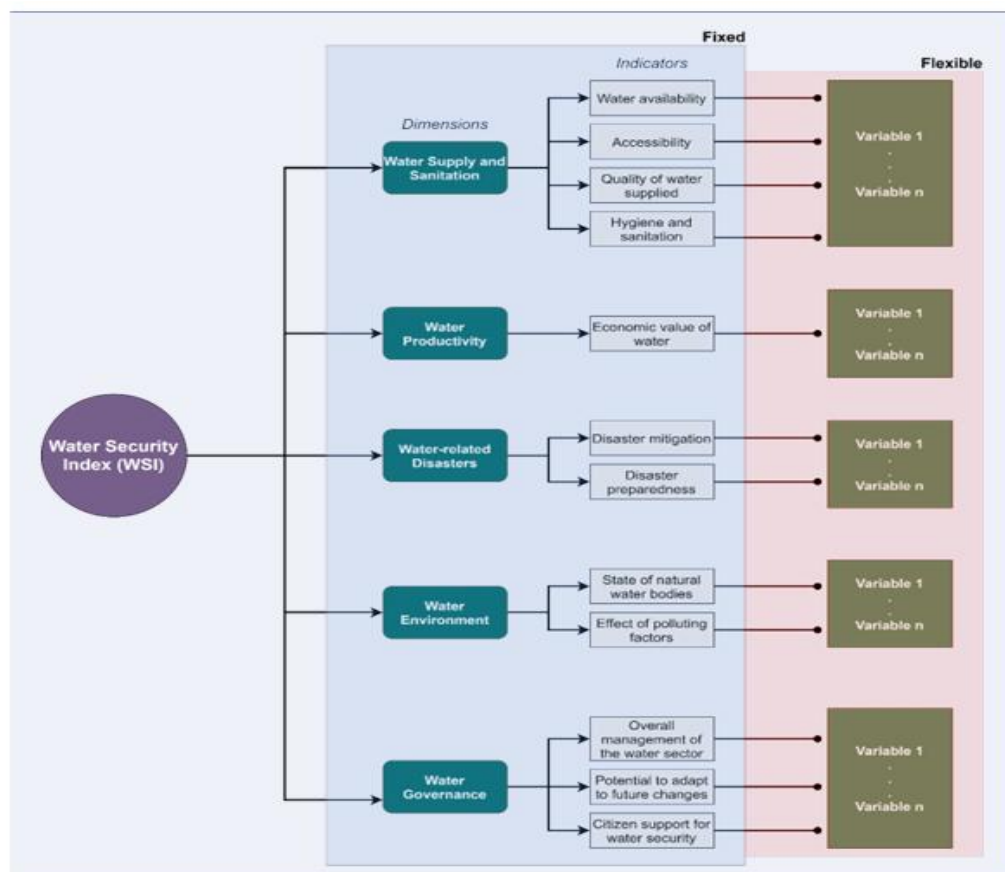
No	Komponen <i>water security</i>	Indikator yang digunakan pada penilaian	Indikator yang berkaitan dengan SDGs
			yang dikelola dengan aman
3	Kesehatan	Tingkat kematian yang dikaitkan dengan paparan sanitasi dan kebersihan air (WASH) yang tidak aman (kematian per 100.000 populasi)	3.9.2 angka kematian yang disebabkan oleh air yang tidak aman, sanitasi yang tidak aman, dan kurangnya kebersihan (paparan terhadap layanan air, sanitasi, dan kebersihan untuk semua (WASH) yang tidak aman
4	Kualitas air	Proporsi rumah yang menggunakan pengolahan air limbah domestik (%)	6.3.1 : proporsi aliran air limbah domestik dan industri yang diolah dengan aman
5	Ketersediaan air	Tingkat tekanan air : pemompaan air tawar sebagai proporsi sumber daya air tawar tersedia (%)	6.4.2 : tingkat stres air dengan penarikan air tawar sebagai proporsi sumber daya air tawar yang tersedia
6	Nilai air	Efisiensi penggunaan air	6.4.1 perubahan

No	Komponen <i>water security</i>	Indikator yang digunakan pada penilaian	Indikator yang berkaitan dengan SDGs
		(USD/m3)	efisiensi penggunaan air dari waktu ke waktu
7	Pengelolaan air	Tingkatan pengelolaan sumber daya air terpadu (%)	6.5.1 tingkat pengelolaan sumber daya air yang terpadu (%)
8	Keamanan air	Kematian akibat bencana air (kematian 100.000 penduduk)	1.5.1, 11.5.1, 13.1.1: jumlah kematian, orang yang hilang, dan orang yang terkena dampak langsung akibat bencana per 100.000 penduduk
9	Ekonomi air	Dampak ekonomi yang dimodelkan dari banjir (% dari pdb nasional) risiko kekeringan yang dimodelkan	1.5.2, 11.5.2 : kerugian ekonomi langsung yang disebabkan oleh bencana dalam kaitannya dengan produk domestik bruto (PDB) global
10	Stabilitas sumber air	Variabilitas antar tahunan (bilangan bulat non dimensi penyimpanan air pada bendungan (m ³ /kapita)	Tidak ada

Sumber : `Boisson dan Mills (2023)

2.3.2 Water Security Assessment Tools (Watsat)

Pertumbuhan penduduk perkotaan yang tinggi dan isu urbanisasi mengakibatkan meningkatnya tekanan air dan kerawanan air dengan demikian konsep penilaian air perlu dilakukan dari bawah ke atas. Dalam mengatasi permasalahan keamanan air di perkotaan, Asian Institute of Technology (AIT) mengembangkan kerangka kerja penilaian keamanan air perkotaan. Terdapat Kerangka penilaian berdasarkan 5 dimensi yaitu pasokan & sanitasi, produktivitas air, bencana terkait air, lingkungan air, dan tata kelola air. Dimensi yang dibangun disesuaikan dengan SDGs 6 dan UN-Water (2013) kerangka penilaian *water security* dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2 6 Kerangka penilaian urban *water security*

Sumber : (Babel et al, 2023)

Penelitian menggunakan lima dimensi berhasil diterapkan di lima kota dengan beragam kondisi daerah, kota yang menerapkan ini yaitu Bangkok (Thailand), Hanoi (Vietnam), dan Jaipur (India). Tujuan pembentukan Watsat sebagai alat membantu otoritas kota dalam menyusun dan mengambil keputusan mengenai perencanaan maupun pengelolaan sumberdaya air serta mengevaluasi secara objektif terhadap situasi keamanan air di perkotaan. Watsat dikembangkan oleh berbagai perguruan tinggi seperti Asian Institute of Technology (AIT), National Institute of Urban Affairs (NIUA), Central University of Rajasthan (CURAJ), dan Thuyloi University (TLU).

2.4 Kerangka Penilaian *Water Security Assessment Tools* (Watsat)

Penilaian *water security* perkotaan dikembangkan oleh Asia Development Bank (ADB) yang secara khusus menargetkan risiko air di daerah perkotaan yang padat penduduk dan memiliki aset penting di perkotaan. Indeks tersebut mencakup aspek seperti pasokan air serta sanitasi, keterjangkauan, pengelolaan drainase/banjir, dan pertimbangan lingkungan. Kerangka penilaian ini dibentuk untuk sebagai acuan pertimbangan perencanaan dan implementasi oleh pemerintah. Penelitian mengenai penilaian *water security* diberbagai skala dikembangkan, indikator dan dimensi yang digunakan memiliki kesamaan dan berkaitan satu dengan lainnya. Oleh karena itu, penelitian keamanan air perkotaan berfokus kepada pendekatan holistik yang berkaitan pada penyelarasan kebijakan yang dapat dikelola, selain itu, pendekatan partisipasi masyarakat dibutuhkan dalam menentukan hasil yang adil dan berkelanjutan.

2.4.1 Dimensi *Water Supply and Sanitation*

Pasokan air dan sanitasi merupakan dimensi yang menjadi dasar bagaimana kota menyediakan air berkualitas kepada masyarakat untuk kegiatan konsumtif maupun non konsumtif. Indikator keempat yaitu higienitas dan sanitasi, indikator ini dipilih karena mempunyai hubungan yang melekat antara pasokan air, higienitas dan sanitasi. Indikator ini bertujuan mendata fasilitas sanitasi yang belum memadai.

Indikator ini dapat dinilai dari fasilitas sanitasi ditingkatkan, investasi terhadap fasilitas sanitasi, dan vektor penyakit yang ditularkan oleh air.

1. Ketersediaan air

Dimensi ini melihat aspek kuantitas, kualitas ketersediaan air, higiene dan sanitasi. Penilaian terhadap ketersediaan air dengan menghitung air yang tersedia bagi masyarakat terdiri berbagai sumber seperti air permukaan dan air tanah. Pengukuran indikator ketersediaan air dapat dilakukan dengan menghitung jumlah orang yang menggunakan sumber daya air, peningkatan fasilitas pengolahan air, suplai air dari luar daerah, dan peningkatan akses air minum aman.

2. Aksesibilitas terhadap air

Indikator kedua adalah aksesibilitas, di beberapa kota tidak ada koneksi perpipaan air bersih langsung ke rumah (SR) sehingga memanfaatkan hidran umum sebagai sumber air minum. Diperkirakan bahwa kota yang memiliki air yang aman tidak hanya diukur berdasarkan kecukupan air tetapi masyarakat juga dapat mengakses air dengan koneksi pipa. Indikator ini diukur berdasarkan banyaknya persentase masyarakat yang terlayani jaringan perpipaan air bersih, cangkupan layanan perpipaan, dan air minum yang aman, jarak terhadap sumber air yang aman, durasi layanan air perpipaan, dan persentase air minum layak.

3. Kualitas air suplai

Indikator ketiga adalah kualitas air yang dipasok, tujuan dari indikator ini adalah memastikan apakah air yang dipasok oleh pemerintah kota memenuhi standar. Indikator ini dapat dinilai dengan kepuasan kualitas air oleh pelanggan, metode pengolahan air yang digunakan, jumlah *E.coli* pada air bersih, kadar pH, klorin, dan turbiditas yang terdapat pada air di jaringan perpipaan PDAM.

4. Higienitas dan sanitasi

Indikator keempat yaitu higienitas dan sanitasi, indikator ini dipilih karena mempunyai hubungan yang melekat antara pasokan air, higienitas dan sanitasi. Indikator ini bertujuan mendata fasilitas sanitasi yang belum memadai. Indikator ini dapat dinilai dari persentase akses sanitasi aman perkotaan,

investasi terhadap fasilitas sanitasi, vektor penyakit yang ditularkan oleh air dan konektivitas terhadap jaringan perpipaan air limbah (*sewerage*).

2.4.2 Dimensi *Water Productivity*

Dimensi ini mempertimbangkan aspek ekonomi keamanan air dan kemampuan kota untuk menilai air sebagai nilai ekonomi. Indikator yang menjadi penilaian pada dimensi ini adalah ekonomi air. Ekonomi air diidentifikasi sebagai seberapa bijaksana air digunakan yang dapat diukur dengan harga volume air, semakin tinggi harga airnya maka air semakin dinilai lebih baik.

1. Pendapatan domestik bruto (PDB) kota

Pendapatan domestik bruto menggambarkan kemampuan suatu kota terhadap kapasitas fiskal dan kelembagaan seperti investasi terhadap infrastruktur dasar, pemeliharaan jaringan perpipaan, pemantauan kualitas air, dan edukasi lingkungan terhadap masyarakat. Selain itu, PDB juga menggambarkan betapa besarnya kegiatan ekonomi yang ada di kota tersebut sehingga PDB semakin besar menggambarkan ketahanan kota dalam menjaga *water security* semakin tinggi.

2. Pendapatan domestik bruto (PDB) pertanian

Pendapatan domestik bruto pertanian berhubungan erat dengan kebutuhan investasi terhadap pertanian semakin besar seperti kebutuhan terhadap irigasi air, pengelolaan sumber daya air untuk menjaga kepada ancaman *water stress*, dan kualitas air yang mungkin tercemar oleh pestisida.

3. Kekayaan air dan harga air

Kekayaan air merupakan ketersediaan sumber daya air pada suatu wilayah termasuk dari aspek kuantitas maupun kualitas, hal ini berhubungan dengan harga air pada suatu daerah. Harga air dipengaruhi oleh kekayaan air suatu daerah sehingga tingkat harga bergantung pada ketersediaan air pada suatu daerah sehingga mempengaruhi keterjangkauan akses oleh masyarakat.

2.4.3 Dimensi *Water Related Disaster*

Kota sangat rentan terhadap bencana dikarenakan tingkat kepadatan penduduknya yang tinggi. Menurut UNISDR (2015) sebanyak 90% bencana alam disebabkan oleh air. Selain itu, sebagian kota besar berkontribusi besar terhadap PDB dalam suatu negara sehingga potensi bencana akibat air dapat berpengaruh besar terhadap suatu negara. Indikator penilai pada dimensi ini adalah mitigasi bencana seperti bagaimana kota dapat mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh bencana akibat air. Indikator kedua dalam penilaian bencana akibat air adalah kesiaptanggapan terhadap bencana, indikator ini dapat dilakukan penilaian terhadap variabel seperti faktor drainase dan pemetaan risiko banjir.

1. Faktor anggaran bencana dan kerusakan akibat bencana

Faktor anggaran kebencanaan memiliki hubungan seberapa besar ataupun seberapa mampu pemerintah dalam menangani, mengantisipasi dan memulihkan bencana akibat air, semakin besar budget yang disediakan maka semakin kuat adaptasi terhadap bencana banjir maupun kekeringan. Faktor anggaran ini berkaitan dengan kerusakan yang ditimbulkan oleh bencana seperti banjir yang dapat merusak jaringan perpipaan, kekeringan mengakibatkan kelangkaan air dan longsor yang dapat drainase. Kerusakan yang ditimbulkan dapat mengakibatkan kelangkaan sumber daya air seperti kerusakan pipa distribusi air yang mengakibatkan terputusnya koneksi air bersih kepada masyarakat. Indikator ini menilai seberapa besar kerusakan yang ditimbulkan oleh bencana dalam periode waktu dan seberapa besar anggaran yang disediakan pemerintah dalam mengantisipasi bencana.

2. Proporsi area banjir dan pendapatan domestik bruto

Proporsi area banjir berkaitan erat dengan kerentanan suatu kota terhadap banjir. Besaran persentase area yang tertutupi banjir maka semakin rentan suatu kota terhadap banjir. Area yang terdampak banjir mengakibatkan gangguan distribusi air, kerusakan infrastruktur pendukung dan kontaminasi pada sumur air bersih masyarakat. Penilaian terhadap pendapatan domestik bruto (PDB) sangat penting dikarenakan PDB menggambarkan kapasitas ekonomi dan

potensi risiko ekonomi suatu daerah sehingga penilaian terhadap PDB berhubungan dengan persentase area banjir pada kota. Kota yang memiliki PDB tinggi dan memiliki kerentanan terhadap banjir dapat mengakibatkan kerugian secara ekonomi. oleh sebab itu, pengukuran kedua indikator sangat penting dalam penilaian *water security*.

3. Faktor area hijau dan pemetaan area banjir

Pengukuran area terbuka hijau di perkotaan sangat penting dalam pengukuran risiko banjir. Area hijau digunakan sebagai *buffer zone* atau penahanan air sehingga mengurangi tekanan terhadap drainase perkotaan selain ruang terbuka hijau diperlukan juga pemetaan area risiko banjir. Pemetaan diperlukan dalam menentukan area prioritas untuk dilakukan intervensi pada banjir dan membantu pemerintah dalam perencanaan spasial dalam pembangunan infrastruktur yang aman sehingga membantu dalam mengurangi risiko kerugian akibat banjir.

2.4.4 Dimensi *Water Environment*

Dimensi ini menjelaskan kemampuan kota dalam melindungi dan memelihara badan air dan sumberdaya air. Terdapat enam indikator yang dibagi menjadi dua bagian yaitu sumber daya air alami dan efek faktor polusi air.

1. Kealamian sumber daya air

Faktor kealamian badan air diukur dengan parameter oksigen terlarut (DO) yang dibandingkan dengan baku mutu pada kelas badan air tersebut. Pengukuran DO ini bertujuan menilai badan air tercemar atau tidak tercemar Sedangkan pengukuran kelas air bertujuan untuk mengetahui kelas air yang akan diukur. Pengukuran BOD juga diperlukan untuk mengetahui pencemaran organik dan menentukan kemampuan air dalam mendukung ekosistem, BOD mempengaruhi konsentrasi DO dengan semakin tingginya BOD maka mengakibatkan konsentrasi DO rendah yang dapat mengakibatkan badan air bersifat *anoxic*.

2. Faktor pengolahan air limbah, faktor polusi air, dan faktor pengolahan air limbah industri

Indikator kedua yang menjadi penilaian *water environment* adalah sumber polusi, pendekatan ini menilai dari sumber air limbah yang tidak diolah dan dibuang langsung ke badan air. Variabel penilaian dari indikator ini adalah faktor pengolahan air limbah yang menunjukkan seberapa banyak air limbah yang diolah dengan aman.

2.4.5 Dimensi *Water Governance*

Dimensi ini menjelaskan kemampuan kota dalam mengelola sektor air dan merencanakan kebijakan terkait air. Pengelolaan air memerlukan interdisiplin dan multisektoral dalam melakukan penilaiannya. sehingga dalam penilaiannya difokuskan kepada aspek yang dapat diukur dan distandarisasi. Terdapat tiga indikator yang menjadi penilaian dimensi ini . penilaian indikator berdasarkan Kuesioner yang dapat mengevaluasi praktik terbaik (*best practice*), elemen teknologi dan peningkatan kapasitas pengelolaan air. Penjelasan indikator penilai dijelaskan sebagai berikut.

1. Manajemen sektor air

Indikator pertama adalah faktor institusi, faktor ini menilai bagaimana pemerintah merancang kebijakan pengelolaan air yang melibatkan multi sektoral yang didalamnya terdapat organisasi pengelola air, masyarakat, dan pihak swasta sebagai pengelola air. Indikator ini diukur menggunakan kuesioner yang bertujuan mengevaluasi praktik pengelolaan lembaga terkait air.

2. Tantangan dimasa akan datang

Indikator kedua adalah potensi dan beradaptasi terhadap perubahan dimasa yang akan datang seperti mengevaluasi mengenai faktor-faktor yang berkaitan dengan keamanan air. Faktor yang berkaitan adalah urbanisasi, densifikasi, migrasi, perubahan iklim dan pertumbuhan permukiman informal. Pengukuran indikator ini dapat dilakukan dengan kuesioner untuk memeriksa apakah

rencana, kebijakan, inisiatif dan proyek yang berkaitan dengan air dalam mengatasi isu keamanan air.

3. Dukungan masyarakat terhadap *water security*

Indikator ketiga adalah dukungan masyarakat terhadap *water security* seperti keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan air, pemahaman peraturan mengenai malpraktik seperti pencurian air, penggunaan air tanah dan pemahaman peraturan mengenai tindakan pencemaran air.

2.5 *Analytical Hierarchy Process (AHP)*

Water Security Assessment Tools (Watsat) merupakan alat dalam mengukur tingkat keamanan air di perkotaan. alat ini dicoba pertama kali untuk mengukur salah satu kota di Thailand. Dalam pengukurannya memiliki lima dimensi dengan 12 variabel yang dikembangkan kembali menjadi 40 indikator yang dapat dipilih secara fleksibel. Kompleksitas tujuan dan variabel penilaian menjadi hambatan dalam penilaian dan pengambilan keputusan mengenai kondisi keamanan air perkotaan. Analisis keputusan multi kriteria (MCDA) sebagai alat bantu dalam menentukan keputusan yang membantu dalam penilaian, MCDA dapat membantu dalam menyelesaikan masalah dengan keputusan yang kompleks dan ketidakpastian yang tinggi dengan ditambahkan tujuan yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya (Parween and Sinha, 2024). MCDA dapat melakukan pemilihan indikator maupun opsi secara optimal dengan menghitung bobot dari berbagai indikator dan opsi alternatif selain itu, MCDA dapat melibatkan preferensi subjektif dari berbagai pendapat dan mengambil keputusan dari hasil diskusi (Dolan, 2010)

Salah satu metode multi kriteria analisis yaitu *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang dikembangkan oleh Saaty, (1980) yang memiliki tiga prinsip yaitu dekomposisi, penilaian komparatif, dan sintesis prioritas (Ossadnik et al., 2015; Zyoud dan Fuchs-Hanusch, 2017). Dalam pengambilan keputusan dapat dilakukan berkelompok maupun secara individu yang melibatkan ahli yang dibidangnya dalam memberikan peringkat pada alternatif yang kemudian diberikan bobot (Khaira dan Dwivedi, 2018). Matriks berpasangan bertujuan untuk mengurangi

ketidakkonsistensi dalam hasil karena sudut pandang subjektif dalam proses pengambilan keputusan. dalam manajemen air perkotaan banyak menggunakan AHP fuzzy dan AHP saaty yang sudah membuktikan bahwa efektif dalam menyelesaikan indikator yang bersifat multi kriteria.

Tabel 2 4 Skala penilaian AHP

Skala kepentingan	Definisi
1	A Sama pentingnya dengan B
3	A Sedikit lebih penting dari B
5	A Jelas lebih penting dari B
7	A Sangat kuat menunjukkan kepentingannya dari B
9	A Mutlak lebih penting dari BP
2,4,6,8	Nilai antara

Sumber :Saaty (1980)

2.6 Parameter Kualitas Air Minum

Air minum merupakan air yang melalui proses pengolahan dengan persyaratan kesehatan yang dapat langsung diminum. Standar baku mutu air minum yang berlaku saat ini adalah Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan yang tertuang dalam bab dua mengenai Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) Dan Persyaratan Kesehatan Air, Udara, Tanah, Pangan, Sarana, Dan Bangunan, Vektor Dan Binatang Pembawa Penyakit. Standar baku mutu yang diatur diturunkan terhadap parameter kualitas air minum. Parameter kualitas air minum terbagi menjadi tiga yaitu parameter fisik, parameter kimia, dan parameter mikrobiologi. Berdasarkan Permenkes No 2 Tahun 2023 parameter dibagi kembali menjadi, parameter utama dan parameter khusus. Sasaran yang peruntukan pada baku mutu kesehatan lingkungan media air minum bagi penyelenggara air minum yang dikelola dengan jaringan perpipaan maupun bukan jaringan perpipaan, termasuk didalamnya program Pamsimas. Dalam pengujian ini mengerucut pada parameter dua parameter kimia dan dua parameter mikrobiologi.

Parameter kimia yang diuji yaitu klorin dan Ph sedangkan parameter mikrobiologi yakni Total *coliform* dan *E.coli*.

2.6.1 Total *Coliform* dan *E.Coli*

Total *Coliform* dan *E.Coli* merupakan parameter mikrobiologi pada air minum yang standarnya tidak memperbolehkan keberadaannya pada air minum. Namun, dalam perkembangan urbanisasi yang diperburuk dengan kondisi sanitasi yang tidak aman menyebabkan keberadaan total dan *E.coli* pada air tanah maupun air permukaan. Salah satu penyebab keberadaan *E.coli* pada air tanah adalah tangki septik yang tidak standar. Faktor lainnya seperti jarak tangki septik ke sumber air baku, intensitas hujan, dan faktor aktivitas manusia lainnya (Afifah, 2019). Air baku yang terkontaminasi *E.coli* jika digunakan untuk kebutuhan air minum akan menimbulkan masalah kesehatan terutama pada *E.coli* dengan strain *E.coli* 0157:H7 yang dapat menyebabkan Sindrom Hemolitik Uremik (HUS). Pada umumnya jika air yang terkontaminasi *E.coli* dikonsumsi maka akan mengakibatkan gangguan pencernaan seperti diare, disentri, gastroenteritis, dan penyakit lainnya (Athena A., Sukar and Haryono, 2004; Afifah, 2019)

2.6.2 pH dan Klorin (Cl^-)

Klorin (Cl^-) merupakan salah satu desinfektan yang banyak digunakan dalam pengolahan air bersih dikarenakan murah dan efektif dalam membunuh bakteri patogen. Mekanisme klorin dalam membunuh bakteri patogen dengan mengoksidasi komponen seluler mikroorganisme sehingga menyebabkan kematian pada sel. Klorin dapat membunuh patogen dalam air bersih pada konsentrasi 0.2 mg/L selama 3 menit yang dapat menghilangkan *Escherichia* sebesar 99,99% sedangkan dengan konsentrasi 0,5 mg/L dapat mengurangi 99% *salmonella typhi* (Fass *et al.*, 1996). Sisa klor pada jaringan pipa air bersih dapat mengurangi konsentrasi mikroorganisme patogen. Namun, kadar klorin yang tinggi mengakibatkan rasa dan bau yang tidak sedap pada air olahan (Farooq *et al.*, 2008). Terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi kadar klorin yang dijelaskan sebagai berikut :

1. pH : kadar pH air yang mempengaruhi bentuk klorin yang ada, pada pH yang lebih rendah cenderung membentuk hipoklorit (HOCl) yang lebih efektif dalam desinfeksi.
2. Suhu : suhu mempengaruhi efektivitas klorin. Suhu yang lebih tinggi cenderung mempercepat reaksi terhadap mikroorganisme.
3. Kekeruhan: kekeruhan air dapat mengikat klorin sehingga efektivitasnya sebagai disinfektan berkurang. Oleh karena itu, diperlukan dosisi yang lebih tinggi.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai keamanan air banyak dilakukan terhadap perkotaan, daerah aliran sungai, dan pendekatan terhadap konsep lainnya. Beberapa penelitian tersebut memberikan manfaat pada penelitian yang dilakukan sekarang . Hasil dan metode pada penelitian yang dilakukan sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.5 sebagai berikut.

Tabel 2 5 Penelitian terdahulu

No	Peneliti	Judul	Temuan Utama	Relevansi Dengan Penelitian
1	(Babel <i>et al.</i> , 2022)	A Disaggregated Assessment of national water security : An application to the river basin in Thailand	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian dilakukan pada 25 daerah aliran sungai yang ada di Thailand dengan rentang waktu 2007-2015. Temuan penelitian yaitu adanya perbaikan kondisi <i>water security</i> pada periode 2007-2015. • Peningkatan terjadi pada beberapa aspek indikator penilaian seperti produktivitas das, ketersediaan air, kesehatan DAS, tata kelola, dan bencana 	<ul style="list-style-type: none"> • Kesamaan penilaian keamanan air seperti proporsi masyarakat yang terakses oleh air minum aman, ketersediaan air per kapita, produktivitas air komersial, kerusakan akibat banjir, faktor kualitas air permukaan, populasi yang terakses oleh sanitasi layak, persentase pengolahan air limbah, faktor institusi, faktor adaptasi dan metode pembobotan menggunakan AHP • Menyoroti permasalahan faktor

No	Peneliti	Judul	Temuan Utama	Relevansi Dengan Penelitian
			terkait air. Terdapat beberapa aspek yang perlu ditingkatkan seperti tata kelola air dalam adaptasi perubahan dimasa akan datang dan kesehatan das akibat polusi air serta faktor produktivitas terhadap sektor pertanian	pengolahan air limbah yang rendah serta kerentanan terhadap beberapa daerah pertanian yang terdampak kekeringan.
2	(Jensen and Wu, 2018)	Urban water security indicator: Devolopment and Pilot	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian dilakukan pada dua kota yakni di Singapura dan Hongkong dalam periode 15 tahun (2001-2015) • Penelitian ini mengembangkan indikator penilaian <i>water security</i> seperti sumber daya air akses air, risiko, kapasitas, dan kualitas • Di Singapura memiliki kondisi <i>water security</i> yang baik dengan mengandalkan teknologi terhadap 	<ul style="list-style-type: none"> • Kesamaan variabel penilaian seperti ketersediaan air, kapasitas penyimpanan air, kualitas air, ketersediaan jaringan pipa air bersih, akses sanitasi, kontaminasi air suplai, perencanaan kebencanaan, dan strategi tata kelola air • Penilaian berdasarkan kuesioner yang dilakukan pada pemangku kepentingan cenderung memberikan nilai positif. Namun, beberapa penilaian pemangku

No	Peneliti	Judul	Temuan Utama	Relevansi Dengan Penelitian
			<p>air yang ditunjukkan investasi terhadap teknologi air seperti desalinasi dan daur ulang air dengan peningkatan 40% ketersediaan air per kapita</p> <ul style="list-style-type: none"> • Di Hongkong air masih bergantung pada eksternal sehingga impor air mencapai 61% sehingga perlu adanya peningkatan dalam teknologi pengolahan air seperti Singapura 	<p>kepentingan menyadari bahwa harus adanya peningkatan pada beberapa penilaian.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Singapura maupun Hongkong merupakan dua kota yang meningkatkan investasi terhadap instruktur terkait air. Kedua kota tersebut mengalami peningkatan dari sisi sumber daya air per kapita walaupun menghadapi permasalahan pertumbuhan penduduk dan urbanisasi
3	(Srisuwan, 2024)	Urban Water Security in Multidisciplinary Practices : A Case of Lamphun Municipality, Thailand	<ul style="list-style-type: none"> • Masalah utama yang dihadapi adalah kualitas air baku yang buruk dengan persentase 5,26% yang memenuhi baku mutu lokal dan adanya ancaman ketersediaan air dengan adanya tren peningkatan populasi penduduk • Partisipasi publik masih rendah 	<ul style="list-style-type: none"> • Indeks pengukuran <i>water security</i> berdasarkan akses, sumber daya air, risiko dan tata kelola. • Akses sumber air bersih mengandalkan sumur dangkal dengan total 65% akses terhadap rumah tangga dan adanya ancaman terhadap kualitas air bersih seperti Flouride, Mangan, Besi.

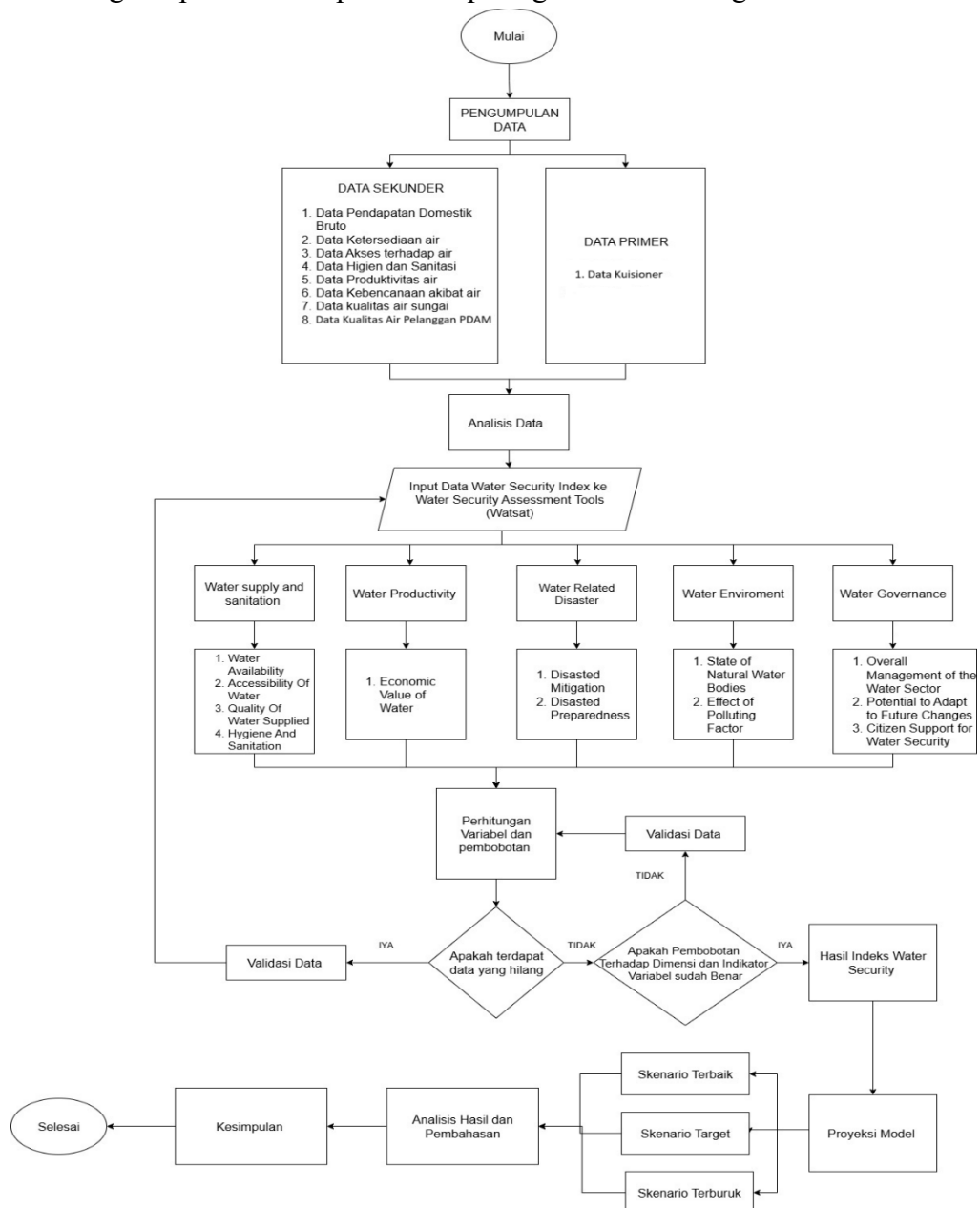
No	Peneliti	Judul	Temuan Utama	Relevansi Dengan Penelitian
			<p>dalam pengelolaan air dan banyaknya organisasi pengelola air yang kurang kolaboratif dan partisipatif</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hanya 50% dari limbah domestik yang diolah di kota Lamphun dan fasilitas pengolahan air limbah hanya dapat menampung 3,86% dari total volume air limbah • Isu urbanisasi pada kota terdekat Chiang Mai memberikan tekanan terhadap permintaan perumahan dan penggunaan air di kota Lamphun. Selain itu, permasalahan lain yang dihadapi seperti polusi air yang disebabkan industri yang ada di hilir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permasalahan yang dihadapi Kota Lamphun yaitu : keterbatasan dalam ketersediaan sumber daya air, pengumpulan air limbah yang rendah, memburuknya pasokan air akibat rendahnya sanitasi, dan risiko terhadap kekeringan dan banjir yang diakibatkan dari perubahan iklim • Tantangan yang dihadapi oleh kota Lamphun adalah kekeringan air, pencemaran, dan pertumbuhan populasi yang signifikan, tata kelola air yang belum jelas, dan keterbatasan anggaran yang menyebabkan fasilitas pengolahan air dan air limbah menjadi terbatas. • Rencana pengembangan kota memprioritaskan pertumbuhan ekonomi dan pengembangan

No	Peneliti	Judul	Temuan Utama	Relevansi Dengan Penelitian
				infrastruktur dibandingkan dengan rencana kebencanaan
4	(Zhu and Chang, 2020a)	Urban Water Security Assessment in the context of sustainability and urban water management transition : An empirical study in Shanghai	<ul style="list-style-type: none"> • Skor keamanan air meningkat dari 0,270 di tahun 2013 menjadi 0,859 di tahun 2017. Kota Shanghai sangat bergantung pada ketersediaan air di aliran sungai Yangtze • Beberapa variabel penilaian mengalami fluktuasi seperti penggunaan air, kualitas air sungai, dan konsentrasi COD pada air limbah. • Pemerintahan kota Shanghai melakukan aksi tiga tahunan dengan prioritas peningkatan kualitas air permukaan, pengolahan air limbah, peningkatan infrastruktur jaringan air limbah 	<ul style="list-style-type: none"> • Kesamaan variabel penilaian seperti suplai air, ketersediaan air per kapita, ketersediaan jaringan air, faktor pengolahan air limbah, proporsi area banjir, dan penggunaan air per kapita. • Penilaian keamanan air pada Kota Shanghai berdasarkan dokumen perencanaan kota periode tiga tahunan. Adapun capaian hasil rencana seperti peningkatan pada infrastruktur penyaluran dan pengolahan air limbah, penanganan pencemaran air permukaan. • Permasalahan yang dihadapi ada ketersediaan air yang menyebabkan penurunan nilai keamanan air dan peningkatan

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Diagram penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3 1 Diagram alir penelitian

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Pada penelitian ada dua sumber data yang dibutuhkan, yaitu data sekunder dan data primer. Data primer dilakukan dengan sampling ke lapangan sementara itu, data sekunder didapatkan pada dinas terkait.

3.2.1 Data Primer

Data primer yang dikumpulkan merupakan hasil kuesioner terhadap perangkat Desa dan masyarakat yang ada di Kecamatan Depok untuk menilai praktik pengelolaan air (*water governance*). Dalam penelitian ini wawancara dilakukan kepada kepala desa yang ada di Kecamatan Depok selaku pihak yang mewakili masyarakat di Kecamatan Depok. Pengambilan sampel kuesioner ini menggunakan teknik *Snowball sampling* dengan sistem responden pertama memberikan saran kepada peneliti mengenai responden berikutnya. Adapun kuesioner yang digunakan untuk mengevaluasi pengelolaan air dan isu *water security* di Kecamatan Depok.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian berfungsi sebagai mendukung hasil penelitian yang dilakukan. Data sekunder merupakan data maupun teori yang diambil dari literatur seperti artikel ilmiah, jurnal, buku ataupun data resmi yang dikeluarkan pemerintah. Data sekunder yang diambil untuk menunjang penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3 1 Klasifikasi data sekunder yang digunakan

No	Referensi	Data yang digunakan	Tahun	Instansi
1	Laporan Pengujian Kualitas air PDAM unit Depok 2019-2024	Data kualitas air distribusi konsumen sesuai dengan Permenkes No 2 Tahun 2023	2019 dan 2024	PDAM Sleman
2	Strategi Sanitasi Kota (SSK)	Strategi Sanitasi Kota (SSK) Sleman tahun 2020 dan kualitas air sumur di Kecamatan Depok	2020	Dinkes Sleman

No	Referensi	Data yang digunakan	Tahun	Instansi
3	Laporan Pemantauan Kualitas Lingkungan Kabupaten Sleman	Data Kualitas air sumur pada kawasan IPAL Komunal di Kecamatan Depok, Sleman	2019 dan 2024	DLH Sleman
4	Laporan kejadian Penyakit Akibat air	Angka kejadian penyakit disebabkan air (kolera, disentri, tifoid, cacing, dan diare)	2019 dan 2024	Puskesmas I,II,III Depok
5	Data Observasi kualitas air dan debit sungai Gajahwong dan Tambakbayan	Debit pemantauan Stasiun Paparingan dan Tambakboyo	2019 dan 2024	BBWSO
6	Laporan kawasan kumuh perkotaan 2022	Luas permukiman kumuh dan populasi yang mendiami permukiman kumuh	2022	DPUPKP Sleman
7	Kependudukan	Laporan mengenai jumlah proyeksi penduduk, pekerjaan, dan migrasi	2019 dan 2024	Badan Pusat Statistik
8	Kabupaten Sleman dalam angka 2020 dan 2025	Laporan Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB)	2019 dan 2024	Badan Pusat Statistik

3.3 Sistem Proyeksi

Dalam subbab ini dijelaskan metode proyeksi penduduk, kebutuhan air, dan volume air limbah pada Kecamatan Depok. Proyeksi ini bertujuan untuk mengestimasi jumlah penduduk pada tahun 2045 dan kebutuhan penduduk terhadap volume air bersih serta volume air limbah yang dihasilkan dari penggunaan air bersih. Penjelasan mengenai sistem proyeksi penduduk, air bersih, dan volume air limbah dijelaskan pada subbab berikut.

3.3.1 Proyeksi Penduduk

Kecamatan Depok memiliki jumlah penduduk sebesar 122.305 jiwa di tahun 2019 dan meningkat menjadi 127.111 jiwa di tahun 2024 dengan tingkat penduduk

yang besar, Kecamatan Depok menjadi Kecamatan dengan tingkat kepadatan tertinggi di Kabupaten. Hasil analisis yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman (BPS) terhadap kepadatan penduduk dan jumlah penduduk dalam 10 tahun terakhir di Kecamatan Depok dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3 2 Analisa jumlah dan pertumbuhan penduduk Kecamatan Depok 10 tahun terakhir

Jumlah Penduduk Kecamatan Depok				Pertumbuhan penduduk (jiwa)			
Tahun ke n	Tahun	Jumlah penduduk	jiwa	ratio	Aritmatika	Geometrik	Eksponen
1	2015	123.152					
2	2016	123.144	- 8	- 0.01%	1.61%	1.59%	1.58%
3	2017	119.222	- 3,92	- 3.29%	1.07%	1.06%	1.06%
4	2018	120.375	1,153	0.96%	1.65%	1.61%	1.60%
5	2019	122.305	1,930	1.58%	1.12%	1.09%	1.09%
6	2020	123.669	1,364	1.10%	0.65%	0.64%	0.64%
7	2021	123.872	203	0.16%	0.40%	0.39%	0.39%
8	2022	124.565	693	0.56%	0.33%	0.32%	0.32%
9	2023	125.783	1,218	0.97%	0.23%	0.23%	0.22%
10	2024	127.111	1,328	1.04%	0.11%	0.11%	0.11%
Jumlah		1,233.198	3,959	3.08%	7.17%	7.06%	7.02%
Rata-rata		123,320	440	0.34%	0.80%	0.78%	0.78%

Sumber : Kabupaten Sleman Dalam Angka (2025)

Tabel 3 3 Perbandingan jumlah penduduk dan kepadatan Kecamatan Depok terhadap Kecamatan lain

Perbandingan Jumlah Penduduk dan kepadatan tahun 2019 dan 2024 Kabupaten Sleman Menurut Kecamatan					
Kecamatan	Luas (km ²)	Jumlah Penduduk tahun 2024 (jiwa)	Kepadatan (jiwa/km ²)	Jumlah penduduk tahun 2019	Kepadatan (jiwa/km ²)
Moyudan	27.62	33981	1230.30	33676	1219.26
Minggir	27.27	32747	1200.84	32585	1194.90
Seyegan	26.63	53203	19.98	50965	19.14
Godean	26.84	72604	2705.07	69949	2606.15
Gamping	29.25	97408	3330.19	93549	3198.26

Perbandingan Jumlah Penduduk dan kepadatan tahun 2019 dan 2024 Kabupaten Sleman Menurut Kecamatan					
Kecamatan	Luas (km ²)	Jumlah Penduduk tahun 2024 (jiwa)	Kepadatan (jiwa/km ²)	Jumlah penduduk tahun 2019	Kepadatan (jiwa/km ²)
Mlati	28.52	96088	3369.14	92083	3228.72
Depok	35.55	127111	3575.56	122305	3440.37
Berbah	22.99	58265	2534.36	54789	2383.17
Prambanan	41.35	5574	134.80	53948	1304.67
Kalasan	35.84	87864	2451.56	82267	2295.40
Ngemplak	35.71	66774	1869.90	62437	1748.45
Ngaglik	38.52	10434	270.87	96996	2518.07
Sleman	31.32	72965	2329.66	6951	221.93
Tempel	32.49	55576	1710.56	54345	1672.67
Turi	43.09	38732	898.86	37274	865.03
Pakem	43.84	39568	902.55	37588	857.39
Cangkringan	47.99	32605	679.41	31309	652.41
Total	574.82	1,125,571	1958.13	1,075,575	1871.15

Sumber : Kabupaten Sleman Dalam Angka (2025)

Berdasarkan analisis proyeksi penduduk di Kecamatan Depok dilakukan dengan metode proyeksi eksponensial dengan rumus sebagai berikut

$$P_t = P_0 \times e^{r \times t} \quad (\text{persamaan 1})$$

Keterangan :

- P_t : Jumlah penduduk tahun proyeksi
 P_0 : Jumlah penduduk tahun dasar
 e : Bilangan eksponensial (2.71828)
 r : Laju pertumbuhan penduduk rata-rata
 t : Jumlah dari tahun dasar ke tahun proyeksi

3.3.2 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Proyeksi kebutuhan air bersih merupakan metode estimasi jumlah kebutuhan air yang digunakan dimasa akan datang. Metode proyeksi ini didasarkan tren historis jumlah penggunaan air per kapita maupun per sambungan rumah. Selain mengestimasi penggunaan air, di dalam analisis proyeksi kebutuhan air ini

mengestimasi kebutuhan air jaringan pipa, kebutuhan air jaringan bukan pipa, laju pengurangan akses jaringan bukan pipa, kehilangan air pada jaringan, dan volume air yang diproduksi IPA, dan mengestimasi kebutuhan air sektor non domestik. Perhitungan kebutuhan air bersih dapat dihitung dengan persamaan 3 sebagai berikut.

Kebutuhan air Jaringan perpipaan 2045 (L/hari): (persamaan 3)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Jumlah Penduduk tahun 2045} \times \text{persentase penduduk terlayani jaringan air} \\
 &\quad \text{bersih} \times \text{kebutuhan air bersih Liter/orang/hari} \\
 &= 149.723 \text{ jiwa} \times 100\% \times 171,45 \text{ Liter/orang/hari}^* \\
 &= 26.669.983,82 \text{ Liter/hari} \\
 &= 9.369.544,09 \text{ m}^3/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Catatan: * Rispam DIY (2022)

3.3.2 Proyeksi Volume Air Limbah Domestik

Proyeksi volume air limbah dilakukan dengan mengestimasi jumlah volume air limbah yang ditimbulkan dari penggunaan air bersih. Perhitungan volume air limbah perlu dilakukan untuk mengestimasi jumlah timbulan air limbah terhadap fasilitas sanitasi yang ada di Kecamatan Depok sehingga perhitungan proyeksi dapat menjadi dasar mengetahui persentase air limbah yang belum terolah terhadap jumlah sumber air bersih. Perhitungan proyeksi air limbah dihitung menggunakan persamaan 4 sebagai berikut.

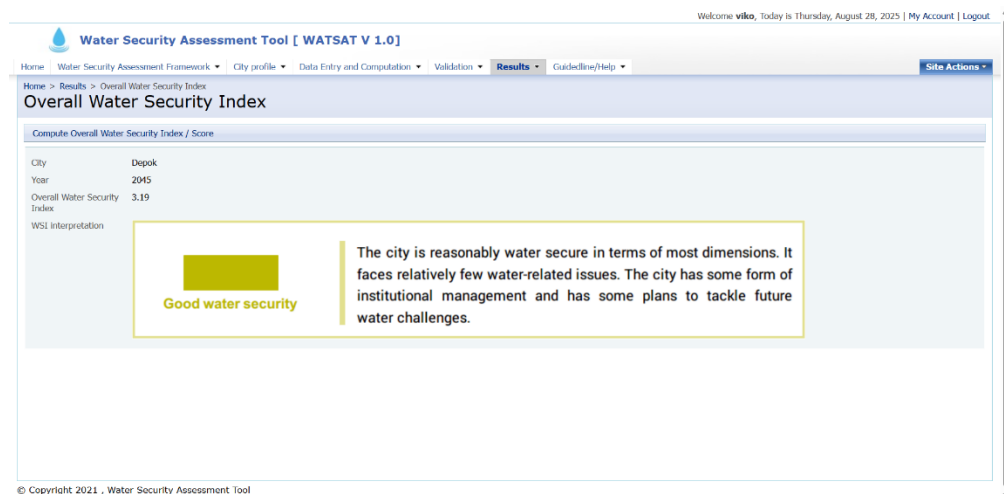
Volume air limbah (L/hari) : (persamaan 4)

$$= \text{Jumlah volume penggunaan air bersih (L/hari)} \times 80\%$$

3.4 Prosedur Analisis Data Watsat

Water security assessment tools (Watsat) memiliki fitur validasi yang secara otomatis memiliki data yang diinput oleh penggunanya (*user*) dalam memastikan keakuratan dan konsistensinya. Watsat juga memiliki sistem identifikasi variabel yang hilang jika terdapat data yang tidak diisi oleh *user*. Mekanisme kerja dari perhitungan Watsat ini dengan menginputkan variabel penilaian pada setiap indikator dengan rentang nilai satu hingga lima proses ini menggunakan nilai

referensi dalam pengkategoriannya. Selanjutnya dilakukan perhitungan bobot dengan AHP terhadap semua variabel, indikator, dan dimensi. Setelah proses normalisasi nilai pada variabel akan dilanjutkan dengan mengagregasi dan merata-ratakan skor dari semua variabel untuk mendapatkan skor pada Indikator sehingga memberikan gambar mengenai kinerja indikator tertentu dalam konteks keamanan air. Perhitungan skor pada setiap indikator akan dirata-ratakan dan dihitung pada masing-masing bobot untuk mendapatkan nilai dimensi masing-masing yang nantinya akan dihitung kembali melalui proses yang sama untuk menginterpretasi *water security* seperti pada Gambar 3.2 . Variabel yang terpilih dapat dilihat pada Tabel 3.4 dan Gambar 3.3 sebagai variabel penilaian keamanan air di Kecamatan Depok.



Gambar 3 2 Nilai keluaran Watsat

Home > Data Entry and Computation > Variable selection

Variable selection

Quick Find Refresh variables Confirm selected variables

Action	Select	Dimension	Indicator	Code	Variable	Data entry type	Data	Unit
☐	No	WATER SUPPLY AND SANITATION	Water availability	111	Per capita water use (lpcd)	Calculation by formula	City population	persons
☐	No	WATER SUPPLY AND SANITATION	Water availability	112	People in the city using improved water sources (%)	Manual entry or Calculation by formula	Total domestic water consumption	m3/year
☐	No	WATER SUPPLY AND SANITATION	Water availability	113	Investment in water supply facilities (10 ⁶ USD)	Manual entry		
☐	No	WATER SUPPLY AND SANITATION	Water availability	114	Water imported (%)	Manual entry or Calculation by formula		
☐	No	WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibility to water	121	Population access to piped water supply (%)	Manual entry or Calculation by formula		
☐	No	WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibility to water	122	Service area coverage by piped water supply (%)	Calculation by formula		
☐	No	WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibility to water	123	Average distance traveled to fetch water from improved water sources (km)	Manual entry		
☐	No	WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibility to water	124	Safe drinking water inaccessibility (%)	Manual entry or Calculation by formula		
☐	No	WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibility to water	125	Water supply service duration per day (h)	Manual entry		
☐	No	WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	131	Customer satisfaction with quality of water supplied (1-n)	Calculation by formula		

« Previous | Page: 1 2 3 4 5 | Next »

Items per page: 10, 15, 20, 25 | Showing 1-10 of 41 items

Please click on the "Refresh variables" button for the list of variables to appear. In order to select the variable, click on the select box in "Action" column and tick the check box that appears in the "Data required" column. Click on the "Confirm selected variables" button after the selection of the variables.

www.watsat.org/Pages/IXN_Home.aspx

Gambar 3 3 input nilai variabel pada variabel terpilih

Tabel 3 4 Komponen penilaian *Water Security* terpilih

Dimensi	Indikator	Variabel	Cara pengukuran	Sumber
Suplai air dan Sanitasi	Ketersediaan Air	Penggunaan air per kapita (Liter/Orang/Hari)	$\frac{\text{Total konsumsi air domestik}}{\text{Populasi di Kota}}$	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023)
		Masyarakat yang menggunakan sumber air aman (%)	$\left(\frac{\text{Populasi dengan sumber air yang ditingkatkan}}{\text{Populasi kota}} \right) \times 100$	(UNESCO-WWAP, 2013)
		Investasi pada fasilitas pengolahan air (10^6 USD)	Data sekunder	(Aboelnga <i>et al</i> , 2019)
	Akses Terhadap Air	Populasi yang terakses pada Jaringan PDAM (%)	$\left(\frac{\text{Populasi yang terakses pada Jaringan PDAM}}{\text{Total suplai air kota}} \right) \times 100$	(UNESCO-WWAP, 2013)
		Area yang dilayani oleh jaringan pipa air limbah (<i>sewerage</i>) (%)	$\left(\frac{\text{Populasi yang terakses pada Sewerage}}{\text{Luas area Perkotaan}} \right) \times 100$	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		Jarak rata-rata yang ditempuh untuk mengambil sumber air yang baik (Km)	Pengukuran jarak pada sumber air bersih yang digunakan	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		Tidak dapat diaksesnya air minum yang aman	$\left(\frac{\text{Jumlah orang yang tidak dapat akses air minum yang aman}}{\text{Jumlah populasi kota}} \right) \times 100$	(Babel and Wahid, 2008)

Dimensi	Indikator	Variabel	Cara pengukuran	Sumber
	Kualitas air suplai	Durasi layanan pasokan air (jam)	$\left(\frac{\text{Durasi layanan pasokan air}}{24 \text{ jam}} \right)$	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		Kepuasan konsumen terhadap kualitas air suplai	$\left(\frac{\text{Jumlah karyawan di utilitas air}}{\text{Jumlah pelanggan kota}} \right) \times 100$	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		Jenis pengolahan air yang digunakan	Data sekunder	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		Jumlah koliform pada air pelanggan (MPN/100 ml)	Data Sekunder DLH, Dinkes, dan Puskesmas	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		Sisa klorin (%)	Persentase sisa klorin pada titik pemantauan	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		Turbiditas air (NTU)	Data Sekunder BBWSO	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		pH air suplai	Data Sekunder BBWSO	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)

Dimensi	Indikator	Variabel	Cara pengukuran	Sumber
	Higiene dan Sanitasi	Masyarakat yang menggunakan fasilitas sanitasi yang aman	$\left(\frac{\text{Populasi yang menggunakan sanitasi aman}}{\text{Jumlah populasi kota}} \right) \times 100$	(UNESCO-WWAP, 2013)
		Faktor penyakit akibat air (%)	$\left(\frac{\text{Jumlah kasus rawat inap Penyakit akibat air}}{\text{Total rawat inap}} \right) \times 100$	(UNESCO-WWAP, 2013)
		Investasi pada fasilitas sanitasi	Data sekunder	(UNESCO-WWAP, 2013)
		Proporsi masyarakat yang dilayani oleh jaringan <i>sewerage</i> (%)	$\left(\frac{\text{Jumlah SR yang dilayani Sewerage}}{\text{Total SR}} \right) \times 100$	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
Produktivitas Air	Nilai ekonomi air	Produktivitas komersial air	$\left(\frac{\text{PDB Komersial kota}}{\text{Komersial air yang digunakan}} \right) \times 100$	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		Kelangkaan air	$\left(\frac{\text{Total Volume Sumber daya air}}{\text{Jumlah penduduk}} \right)$	
		Kekayaan Air	$\left(\frac{\text{Pendapatan masyarakat air yang digunakan}}{\text{air yang digunakan}} \right) \times 100$	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		Kehilangan Air Pada Jaringan SPAM	Data sekunder PDAM Sleman	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)

Dimensi	Indikator	Variabel	Cara pengukuran	Sumber
Bencana terkait air	Mitigasi Bencana	Budget kebencanaan (%)	$\left(\frac{\text{Investasi pada mekanisme tanggap darurat kebencanaan}}{\text{Total Budget kota}} \right) \times 100$	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		PDB per kapita	$\left(\frac{\text{Total PDB}}{\text{Total Populasi Kota}} \right)$	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		Kerusakan banjir	Data Sekunder PusdalOps BPBD Sleman	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		Proporsi area yang kebanjiran	$\left(\frac{\text{Area banjir}}{\text{Luas total kota}} \right) \times 100$	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
	Kesiapsiagaan Bencana	Faktor drainase (%)	$\left(\frac{\text{Total ruang terbuka hijau}}{\text{Total luas kota}} \right) \times 100$	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		Peta risiko banjir	Data sekunder BPBD Sleman	(Xiao, Sc., Li, Jx., Xiao, 2007)
		Faktor kualitas air alami (%)	$\left(\frac{\text{Konsentrasi DO badan air}}{\text{Baku mutu batas bawah DO}} \right) \times 100$	(Babel, Chapagain and Shinde, 2023b)
		Indeks kualitas air	Metode Perhitungan IKA	(Chidiac <i>et al.</i> , 2023)

Dimensi	Indikator	Variabel	Cara pengukuran	Sumber
Lingkungan air	Keadaan badan air alami	BOD di badan air (mg/L)	Konsentrasi BOD5	
		Faktor pengolahan air limbah	$\left(\frac{\text{Jumlah air limbah diolah}}{\text{Jumlah air limbah secara umum}} \right) \times 100$	(Babel and Wahid, 2008)
		Faktor polusi air	$\left(\frac{\text{Jumlah air limbah tidak diolah}}{\text{Total volume sumber air}} \right) \times 100$	(Babel and Wahid, 2008)
		Faktor Kualitas Air Alami	Jumlah DO dalam Badan Air	(Babel and Wahid, 2008)
		Stres air	$\left(\frac{\text{Jumlah Sumber daya air Terbarukan (m3/tahun)}}{\text{Total Jumlah Kebutuhan air (m3/tahun)}} \right) \times 100$	(UN Water, 2024)
Pengelolaan Air	Manajemen keseluruhan sektor air meliputi potensi untuk beradaptasi dengan perubahan masa depan	Faktor Institusi	Kuesioner	
		Kemampuan adaptasi	Kuesioner	
		Faktor dukungan masyarakat	Kuesioner	

3.4.1 Pembobotan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Dalam mengidentifikasi dimensi, indikator, dan variabel penilaian urban *water security* dilakukan dengan studi literatur. Penentuan semua aspek penilaian juga berdasarkan konsensus peneliti dengan akademisi untuk mencapai kesesuaian penerapan di daerah penelitian sehingga diperoleh lima dimensi, 11 indikator dan 40 variabel penilaian urban *water security*. Tujuan dari studi AHP ini penentuan bobot penilaian dan penentuan alternatif yang cocok dalam memenuhi berbagai tujuan kerangka penilaian manajemen air perkotaan Indonesia (IUWM). Metode penilaian AHP dilakukan langkah demi langkah yang dibahas di bawah ini.

1. Perumusan masalah keputusan dalam model hierarki

Dalam model hierarki tersusun dalam struktur yang dikembangkan dalam beberapa tingkatan seperti tujuan, dimensi, indikator, variabel, dan alternatif yang dapat dilihat pada gambar. Struktur hierarki terdistribusi pada lima level yang dapat dilihat pada Gambar 3.4 , penjelasan mengenai struktur hierarki sebagai berikut.

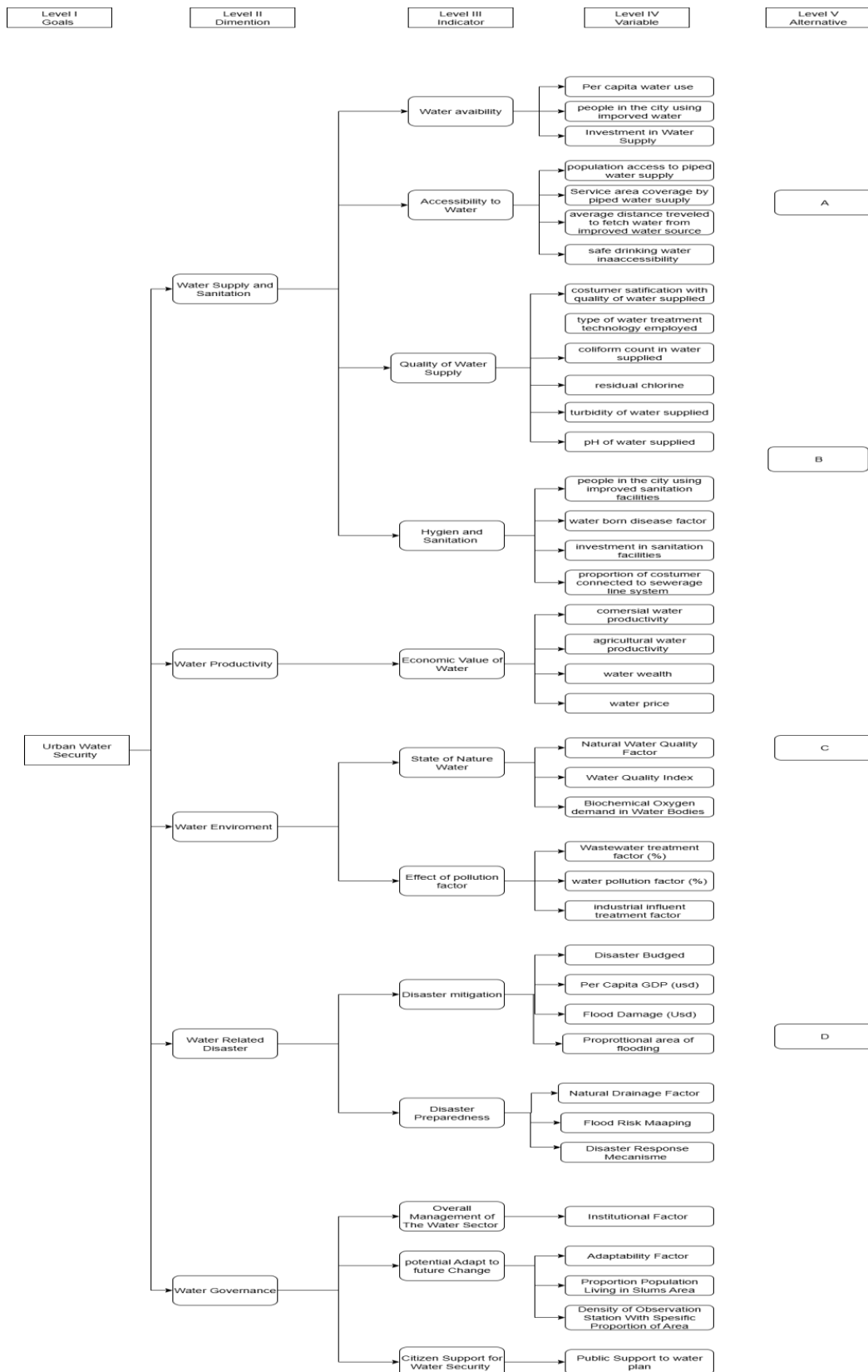
- A. Tujuan dari AHP ini adalah memilih alternatif terbaik untuk penilaian urban *water security*. Komponen dalam urban *water security* dalam studi ini diselaraskan terhadap manajemen air perkotaan (IUWM) dengan mengembangkan pendekatan yang terintegrasi dan secara holistik terhadap urban *water security*.
- B. Dimensi, merupakan tingkat kedua dari hierarki dimensi ini mencakup penilaian yang akan diidentifikasi dan dinilai sebagai dimensi urban *water security* adapun dimensi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.4.
- C. Indikator, setiap dimensi dipecah menjadi 11 indikator yang merupakan tingkat ketiga dalam susunan hierarki adapun indikator dapat dilihat pada Tabel 3.4.
- D. Variabel, merupakan tingkat hierarki keempat dengan 40 kriteria penilaian yang diturunkan dari 11 indikator pada tingkat hierarki ketiga.

Adapun 40 variabel tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.4.

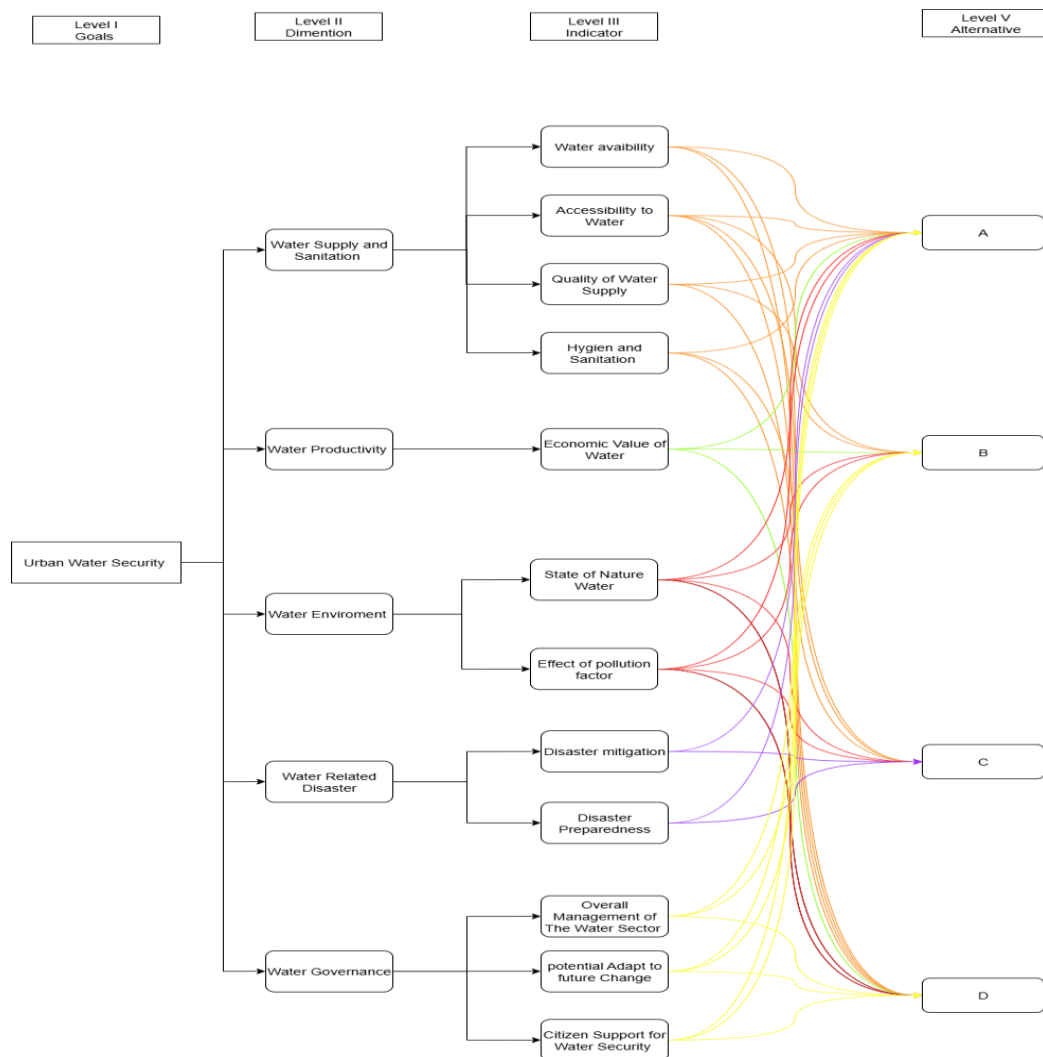
- E. Alternatif yang dirumuskan menjadi (A,B,C, dan D) dengan tujuan mencapai kerangka kerja dari manajemen air perkotaan terpadu (IUWM). Tujuan yang harus dicapai dari IUWM tersebut adalah (i) meningkatkan dan memperluas akses air maupun sanitasi, (ii) meningkatkan sumber air layak dan konservasi air, (iii) meningkatkan manajemen air tanah, (iv) menggabungkan siklus air sebagai bagian dari peningkatan tata kelola perkotaan dan pembangunan perkotaan, (v) meningkatkan risiko manajemen banjir dan kesiapan komunitas, (vi) keterlibatan pemangku kepentingan dan sektor swasta. Setiap alternatif memenuhi empat dari tujuan yang diberikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3 5 Pemenuhan alternatif yang dirumuskan memenuhi tujuan berbeda dari IUWM

No	Tujuan IUWM	Alternatif			
		A	B	C	D
1	Meningkatkan dan memperluas akses air maupun sanitasi	X		X	X
2	Meningkatkan sumber air layak dan konservasi air	X	X		X
3	Meningkatkan manajemen air tanah		X	X	
4	Menggabungkan siklus air dalam tata kelola dan pembangunan perkotaan		X	X	X
5	Meningkatkan manajemen risiko banjir dan kesiapsiagaan komunitas	X		X	
6	Keterlibatan pemangku kepentingan dan sektor swasta	X	X		X



Gambar 3 4 Daftar komponen penilaian dan alternatif urban *water security*



Gambar 3 5 Model struktur hierarki model studi

2. Matriks perbandingan berpasangan

Dalam penilaian multi kriteria AHP dilakukan terhadap matriks berpasangan dengan diberi skala 1-9 yang diukur berdasarkan tingkat kepentingan. Skala nilai dasar untuk merepresentasikan intensitas penilaian ditunjukkan pada Tabel 3.7. Dalam penelitian ini perbandingan berpasangan dilakukan oleh peneliti, yang mencakup 212 matriks perbandingan berpasangan yang mencakup 25 perbandingan untuk dimensi utama, 44 untuk indikator, dan 143 untuk variabel.

Contoh untuk matriks berpasangan A,

$$A = [a_{ij}] \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{2n} \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Entitas a_{ij} dari matriks penilaian mengikuti tiga aturan yaitu , $a_{ij} > 0$, $a_{ij} = 1/a_{ji}$ dan $a_{ii} = 1$.

3. Perhitungan bobot nilai dan konsistensi perbandingan dalam hal proporsionalitas dan transitivitas.

Perhitungan bobot mengikuti metode Eigenvektor, bobot dari matriks berpasangan yang dinormalisasi sesuai dengan nilai eigen utama. Nilai eigen dihitung dengan menjumlahkan produk dari nilai yang dinormalisasi a_{ii} dan rata-rata dari setiap baris. Persamaan (1)

$$\lambda_{max} = \sum \left[a_{11} \left(\frac{1}{n} \sum a_{11} + a_{22} + \dots a_{nn} \right) + a_{22} \left(\frac{1}{n} \sum a_{21} + a_{22} + \dots a_{2n} \right) + \dots a_{nn} \left(\frac{1}{n} \sum a_{n1} + a_{n2} + \dots a_{nn} \right) \right] \quad (1)$$

Indeks konsistensi dihitung menggunakan persamaan (2),

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (2)$$

Dimana,

CI = Indeks konsistensi

λ_{max} = nilai Eigen utama

N =Jumlah entitas

Rasio konsistensi dihitung menggunakan persamaan (3), dimana nilai RI diambil dari tabel 3.6.

Tabel 3 6 Indeks acak untuk n

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Sumber : Saaty (1980)

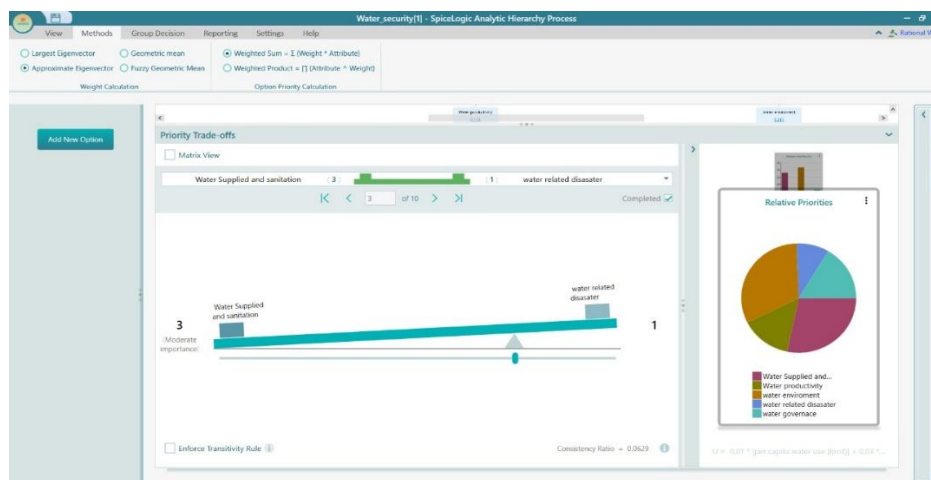
$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

Dimana,

CR = Rasio konsistensi

RI = Konsistensi rasio acak

Penilaian dihapus ketika rasio konsistensi lebih dari 0,1 atau tidak konsistensi lebih dari 10% (Saaty, 2004). Selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata geometrik. Perhitungan bobot nilai dan konsistensi perbandingan serta perhitungan bobot setiap variabel penilaian dibantu dengan *tools spicelogic* yang tampilannya dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3 6 Tampilan *tools spicelogic* AHP

4. Perhitungan bobot, bobot parameter masing-masing dimensi, indikator dan penilaian digabungkan dari berbagai tingkat yang kemudian diikuti dengan analisis bobot akhir dari semua sub indikator. Bobot penilaian dihitung dengan mengagregasi nilai eigenvektor dari dimensi/indikator/variabel dengan perhitungan rata-rata geometris
5. Bobot alternatif yang sudah ditentukan dihitung untuk mengidentifikasi alternatif yang menjadi prioritas dari penanganan *water security*.

3.5 Interpretasi Indeks *Water Security*

Hasil penilaian terhadap indikator dan dimensi yang dilakukan maka selanjutnya diinterpretasikan pada lima kelas kondisi *water security* berdasarkan

Indeks *water security* (WSI) pada daerah peri urban. Penjelasan mengenai lima kategori kondisi *water security* dapat dilihat pada tabel 3.7 sebagai berikut.

Tabel 3 7 Interpretasi indeks urban *water security*

Indeks	Kondisi <i>water security</i>	Deskripsi
0 ≤Nilai <1,5	Keamanan Air buruk	Wilayah perkotaan memiliki tingkat ketahanan air yang sangat rendah dengan banyak permasalahan terkait air. Kurangnya manajemen mengenai pengelolaan air dan kelembagaan yang mengelola air serta minimnya persiapan dalam menghadapi tantangan mengenai air dimasa depan sehingga mempengaruhi faktor kondisi saat ini.
1,5 ≤ Nilai <2,5	Keamanan Air yang adil	Wilayah perkotaan masih menghadapi permasalahan terkait air pada beberapa dimensi meskipun akses air tersedia dalam beberapa aspek perlu dilakukan peningkatan dalam pengelolaan kelembagaan dan persiapan menghadapi tantangan tekanan air pada masa depan.
2,5 ≤ Nilai < 3,5	Keamanan Air Baik	Wilayah perkotaan sudah cukup aman dari aspek ketersediaan air dengan sedikitnya permasalahan terkait. Pengelolaan kelembagaan mulai berkembang dan terhadap rencana strategis dalam penanganan tantangan air dimasa akan mendatang.
3,5 ≤ Nilai < 4,5	Keamanan Air Sangat Baik	Wilayah perkotaan memiliki tingkat keamanan air yang cukup baik dalam hampir semua dimensi. Masalah terkait air hanya sedikit dan manajemen kelembagaan sudah cukup baik dalam merancang strategi adaptasi terhadap tantangan dimasa mendatang.
4,5 ≤ Nilai < 5	Keamanan Air Sempurna	Wilayah sangat aman dari segi air dengan manajemen kelembagaan yang optimal dan kesiapan penuh dalam menghadapi tantangan dimasa akan mendatang.

Sumber : *Water security Assessment tools* (Watsat)

Interpretasi hasil kondisi *water security* dibandingkan dengan kondisi yang standar pada penelitian yang berkaitan kondisi *water security* di daerah perkotaan. Hasil interpretasi ini juga dapat dilakukan evaluasi dan peningkatan pada dimensi ataupun indikator yang lemah sehingga diharapkan adanya peningkatan pengelolaan air di wilayah urban. Selain itu, interpretasi ini juga dapat menjadi acuan penyusunan kebijakan strategis mengenai aspek lingkungan, sosial, ekonomi, infrastruktur, strategi kebencanaan, pengelolaan air, dan kelembagaan pada area perkotaan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

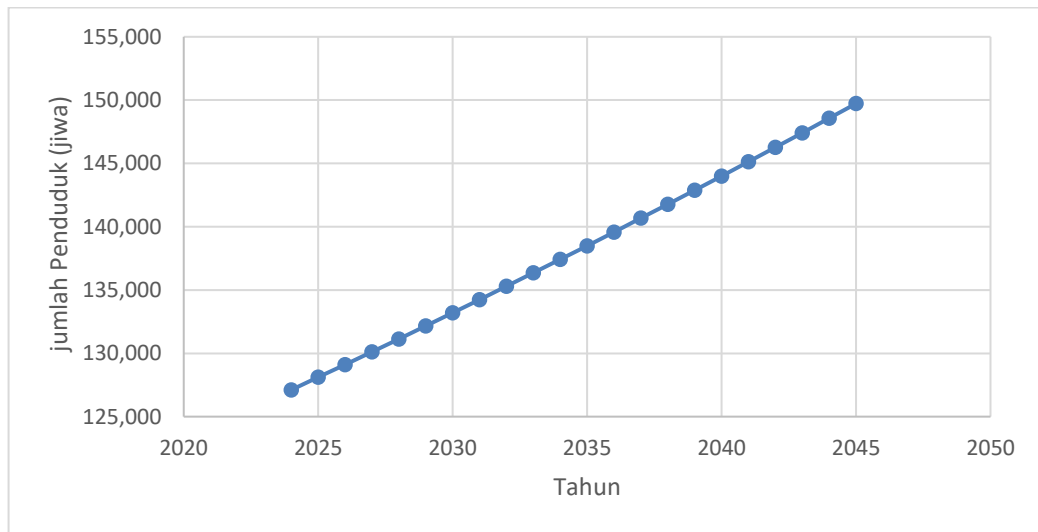
Pada bab ini mempresentasikan hasil penilaian urban *water security* yang dilakukan pada area urban pada periode lima tahunan dengan berdasarkan data tahun 2019 dan 2024. Sedangkan penilaian urban *water security* pada masa depan diproyeksi pada tahun 2045 dengan sistem model terbaik (*best*) dan terburuk (*Worst*). Skenario proyeksi ini dilakukan dalam mendukung komitmen pemerintah pada SDGs dengan slogan “*No One Left Behind* “ dan visi pemerintah terhadap Indonesia menuju *Water Security* 2045. Dalam bab pembahasan ini terdiri dari tiga subbagian utama.

4.1 Gambaran Kecamatan Depok 2045

Pada subbagian ini menjelaskan kondisi Kecamatan Depok sebagai daerah kajian urban *water security*. Dalam subbagian ini menjelaskan kondisi demografi penduduk dan tingkat kebutuhan terhadap air maupun sanitasi di Kecamatan Depok yang dijelaskan dalam dua subbagian sebagai berikut.

4.1.1 Proyeksi Penduduk

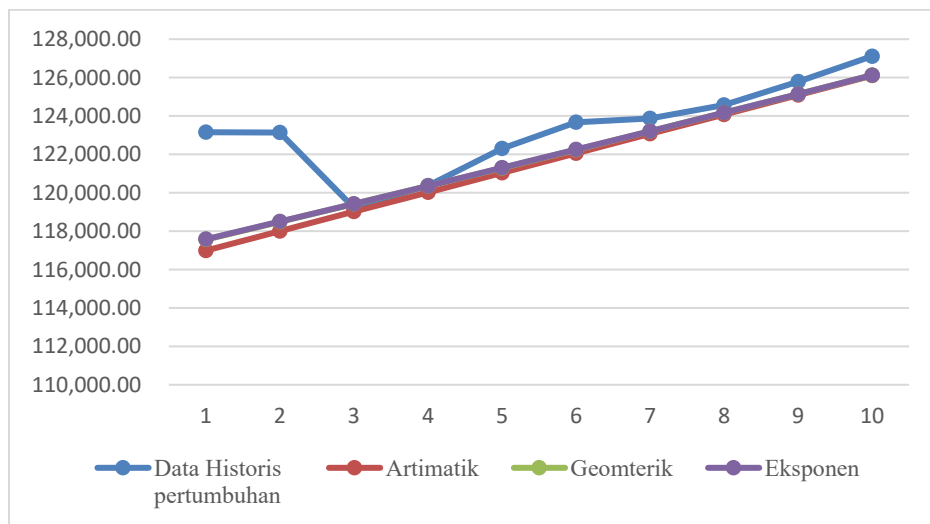
Proyeksi penduduk menggunakan metode eksponensial sehingga proyeksi maju dilakukan terhadap tahun dasar 2024 hingga 2045. Dengan tingkat pertumbuhan penduduk sebesar 0,78% maka Hasil perhitungan proyeksi penduduk tahun 2045 sebesar 149.723 jiwa dengan tingkat kepadatan penduduk 4.178 jiwa/km². Pertumbuhan penduduk di Kecamatan Depok bersifat linear



Gambar 4 1 Proyeksi penduduk Kecamatan Depok 2025-2045

Sumber : perhitungan proyeksi penduduk

Analisis proyeksi penduduk Kecamatan Depok menggunakan metode eksponensial dengan persentase pertumbuhan penduduk sebesar 0.78%. Metode analisis proyeksi penduduk dipilih berdasarkan tren pertumbuhan penduduk 10 tahun kebelakang sehingga merepresentasikan untuk dilakukan proyeksi penduduk dimasa akan datang. Grafik tren pertumbuhan penduduk di Kecamatan Depok dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4 2 Perbandingan metode proyeksi terhadap pertumbuhan penduduk Kecamatan Depok

4.1.2 Pola Penggunaan Air dan Sanitasi

Pertumbuhan rata-rata penduduk di Kecamatan Depok tercatat sebesar 0.78% dengan meningkatnya tren pertumbuhan penduduk maka kebutuhan terkait aspek kebutuhan infrastruktur dan sumber daya dasar menjadi meningkat. Permintaan air bersih dan peningkatan volume air limbah merupakan salah satu yang meningkat akibat pertumbuhan jumlah penduduk hal ini mengakibatkan tekanan terhadap sumber air bersih di Kecamatan Depok (IKPLHD,2023). Kepadatan penduduk yang tinggi menekan angka tingkat kebutuhan lahan di Kecamatan Depok menyebabkan fasilitas sanitasi yang dimiliki masyarakat menjadi kurang memadai hal ini dikarenakan jarak antar fasilitas sanitasi dengan sumber air kurang dari 10 meter. Fasilitas sanitasi yang tidak layak mengakibatkan tekanan terhadap indeks kualitas air sehingga mengakibatkan kelangkaan terhadap sumber air bersih (Maizunati and Arifin, 2017). Dalam subbab ini akan memproyeksikan kebutuhan air dan volume air limbah. Hasil perhitungan proyeksi kebutuhan air dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4 1 Proyeksi kebutuhan air non domestik

Jumlah Eksisting Non Domestik Kecamatan Depok 2024						
keterangan	jumlah unit	nilai	satuan	jumlah per unit/bed/m2/ penumpang/ siswa	Kebutuhan air	satuan
Sekolah SD/MI	6	40	liter/siswa/hari	500	120000	Liter/hari
Sekolah SMP/MTS	6	50	liter/siswa/hari	500	150000	Liter/hari
Sekolah SMA/SMK/MA	6	80	liter/siswa/hari	500	240000	Liter/hari
Perguruan Tinggi	3	80	liter/siswa/hari	5000	1200000	Liter/hari
Rumah sakit	6	200	liter/bed/hari	200	240000	Liter/hari
Puskesmas	3	1200	liter/bed/hari	20	72000	Liter/hari
Mushola	77	2000	liter/unit/hari	77	154000	Liter/hari
Masjid Besar	241	3000	liter/unit/hari	241	723000	Liter/hari
Gereja	25	500	liter/unit/hari	25	12500	Liter/hari
Kantor	3	10	liter/unit/hari	3	30	Liter/hari
Pasar	6	4000	liter/unit/hari	6	24000	Liter/hari
Hotel	81	150	liter/bed/hari	100	1215000	Liter/hari
Penginapan	114	80	liter/bed/hari	80	729600	Liter/hari
Mall	3	5	liter/m2	79,088.67	1186330.05	Liter/hari
Toko	31	3	liter/hari/unit	31	93	Liter/hari

Jumlah Eksisting Non Domestik Kecamatan Depok 2024						
keterangan	jumlah unit	nilai	satuan	jumlah per unit/bed/m2/ penumpang/ siswa	Kebutuhan air	satuan
Rumah makan	231	100	liter/duduk/hari	231	23100	Liter/hari
mini market	163	3	Liter/hari	3	489	Liter/hari
Lapangan terbang	1	20000	liter/unit/hari	1	20000	Liter/hari
terminal bus	1	3	liter/penumpang/hari	100	300	Liter/hari
Jumlah total kebutuhan air non domestik					6110442,05	Liter/hari
					2.230.311,35	m3/tahun

Sumber: * (Direktorat Jendral Cipta Karya PU, 1998)

* Kabupaten Sleman Dalam Angka 2025

* Sumber perhitungan

Tabel 4 2 Kebutuhan air di Kecamatan Depok 2024-2045

Tabel Kebutuhan air bersih Depok 2024-2045 (m3/tahun)					
Tahun	Bukan Jaringan Perpipaan	Jaringan perpipaan	Non domestik	Total Domestik	Total Kebutuhan air
2024	5.409.067,51	3.181.804,42	2.230.311,35	8.590.871,93	10.821.183,28
2025	5.192.465,20	3.498.103,60	2.256.194,06	8.690.568,80	10.946.762,86
2026	4.972.140,88	3.813.194,23	2.280.796,73	8.785.335,11	11.066.131,84
2027	4.748.049,54	4.126.991,34	2.304.085,61	8.875.040,88	11.179.126,49
2028	4.520.145,72	4.439.408,31	2.326.026,41	8.959.554,03	11.285.580,44
2029	4.288.383,47	4.750.356,89	2.346.584,30	9.038.740,36	11.385.324,66
2030	4.052.716,34	5.059.747,18	2.365.723,87	9.112.463,52	11.478.187,39
2031	3.813.097,42	5.367.487,56	2.383.409,16	9.180.584,98	11.563.994,14
2032	3.569.479,27	5.673.484,71	2.399.603,63	9.242.963,98	11.642.567,60
2033	3.321.813,97	5.977.643,57	2.414.270,15	9.299.457,53	11.713.727,69
2034	3.070.053,09	6.279.867,30	2.427.371,02	9.349.920,39	11.777.291,41

Tabel Kebutuhan air bersih Depok 2024-2045 (m3/tahun)					
Tahun	Bukan Jaringan Perpipaan	Jaringan perpipaan	Non domestik	Total Domestik	Total Kebutuhan air
2035	2.814,147,70	6.580.057,30	2.438.867,93	9.394.205,00	11.33.072,93
2036	2.554.048,34	6.878.113,13	2.448.721,96	9.432.161,47	11.880.883,43
2037	2.289.705,03	7.173.932,51	2.456.893,59	9.463.637,55	11.920.531,14
2038	2.021.067,28	7.467.411,33	2.463.342,68	9.488.478,61	11.951.821,30
2039	1.748.084,05	7.758.443,54	2.468.028,46	9.506.527,60	11.974.556,05
2040	1.470.703,78	8.046.921,21	2.470.909,50	9.517.624,99	11.988.534,49
2041	1.188.874,36	8.332.734,45	2.471.943,75	9.521.608,81	11.993.552,55
2042	902.543,13	8.615.771,39	2.471.088,51	9.518.314,52	11.989.403,03
2043	611.656,89	8.895.918,18	2.468.300,40	9.507.575,08	11.975.875,47
2044	316.161,89	9.173.058,94	2.463.535,37	9.489.220,82	11.952.756,19
2045	-	9.463.239,53	2.456.790,26	9.463.239,53	11.920.029,80

Sumber : Perhitungan proyeksi kebutuhan air

A. Kebutuhan air bersih

Perhitungan proyeksi kebutuhan air menghitung kebutuhan non domestik dan domestik. Untuk perhitungan domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk proyeksi setelah itu dihitung jumlah sambungan rumah tangga pada tahun 2019 dan 2024 sehingga didapatkan jumlah pelanggan jaringan pipa (JP) dan jumlah rumah tangga yang mengakses air minum bukan dari jaringan perpipaan (BJP). Menurut Pemerintah Provinsi DIY (2024) konsumsi air rumah tangga (SR) di Kabupaten Sleman sebesar 171,45 L/orang/hari, dengan besaran kebutuhan tersebut sudah melampaui dari standar pelayanan minimum (SPM) yang ditargetkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Kabupaten Sleman 2021-2026 (RPJMD) yaitu sebesar 120 L/orang/hari untuk daerah perkotaan. Besaran jumlah kebutuhan air domestik di tahun 2045 sebesar 11.920.029,80 m³/tahun hal ini menjadi penting dikarenakan meningkatkan tekanan terhadap sumber daya air utama di Kecamatan Depok berupa air tanah (Ardyansyah, 2019).

Perhitungan non domestik dapat dilihat pada Tabel 4.1. perhitungan kebutuhan air non domestik dilakukan dengan pendataan fasilitas umum dan menggunakan standar Direktorat Jendral Cipta Karya PU (1998) dalam penentuan kebutuhan air setiap fasilitas sehingga didapatkan hasil proyeksi kebutuhan air total sebesar

2.230.311,35 m³/tahun jumlah ini merupakan 25.96% dari total kebutuhan air bersih domestik yang sebesar 8.590.871,93 m³/tahun. Perbandingan jumlah kebutuhan domestik terhadap kebutuhan non domestik menjadi acuan dalam menentukan jumlah kebutuhan air non domestik pada tahun proyeksi. Perhitungan persentase non domestik dihitung dalam **persamaan 2**.

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Q_{\text{non domestik}} \left(\frac{m^3}{\text{tahun}} \right)}{Q_{\text{domestik}} \left(\frac{m^3}{\text{tahun}} \right)} && \text{(Persamaan 2)} \\
 &= \frac{2.230.311,35 \left(\frac{m^3}{\text{tahun}} \right)}{8.590.871,93 \left(\frac{m^3}{\text{tahun}} \right)} \\
 &= 25.96 \%
 \end{aligned}$$

B. Volume air limbah

Penggunaan air bersih akan menghasilkan air limbah dengan tingkat persentase 80% dari pemakaian air bersih (Direktorat Jendral Cipta Karya, 2018). Tingkat fasilitas sanitasi yang tidak sesuai kriteria dapat mempengaruhi kualitas air hal ini selaras dengan penelitian Maizunati and Arifin (2017) Yang menyatakan bahwa dengan peningkatan penduduk serta akses sanitasi yang kurang memadai dapat mengakibatkan Indeks Kualitas Air (IKA) menjadi turun. Untuk itu peneliti memproyeksi volume air limbah yang dapat dilihat pada Lampiran I sehingga didapatkan volume air limbah domestik pada tahun 2045 yang terolah sebesar 17.455,59 m³/hari dan yang belum terolah sebesar 3.080,46 m³/hari sedangkan untuk sektor non domestik timbunan air limbah sebesar 4.606,36 dengan persentase terolah sebesar 70% (3.222,45 m³/hari) dan tidak terolah 30% (1.381,91 m³/hari).

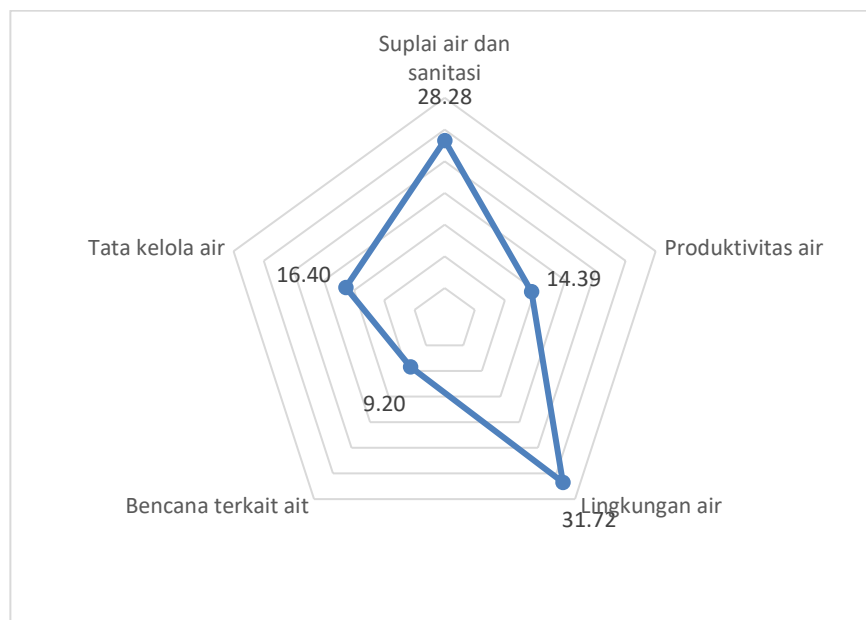
4.2 Analisis *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Perhitungan bobot dilakukan dengan tingkat hierarki dihitung dengan pertimbangan peneliti sebagai penentu bobot indikator dengan matriks bergandengan. Terdapat 40 variabel penilaian yang tersebar dalam 11 indikator dalam lima dimensi penilaian utama. Hasil akan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu : bobot variabel, bobot indikator dan bobot dimensi sebagai pertimbangan sistem keamanan air perkotaan. Penentuan bobot indikator berdasarkan skala prioritas dengan bobot dimensi kunci masing-masing seperti *water environment* (31.72%)

sangat penting dalam mendukung aspek dalam pemenuhan kebutuhan dasar pengelolaan air terhadap sumber dan kualitas air. setelah itu, diikuti oleh aspek *water supplied and sanitation* (28.28%) sebagai bentuk kebutuhan dasar terhadap kuantitas maupun kualitas air kemudian aspek yang dianggap tidak penting merupakan *water related disaster* (9.2%) yang dianggap merupakan kawasan yang tidak rawan terjadi bencana akibat air. Perbandingan ini dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.3 Faktor *water governance* (16.39%) lebih penting dibandingkan *water productivity*, hal ini disebabkan aspek produktivitas air bergantung pada tata kelola pemerintah terutama pada faktor institusi yang mengelola air dan merancang kebijakan mengenai air.

Tabel 4 3 Bobot dimensi penilaian

No	Dimensi kunci	Bobot (%)
1	Suplai air dan sanitasi	28.28
2	Produktivitas air	14.39
3	Lingkungan air	31.72
4	Bencana terkait air	9.20
5	Tata kelola air	16.40

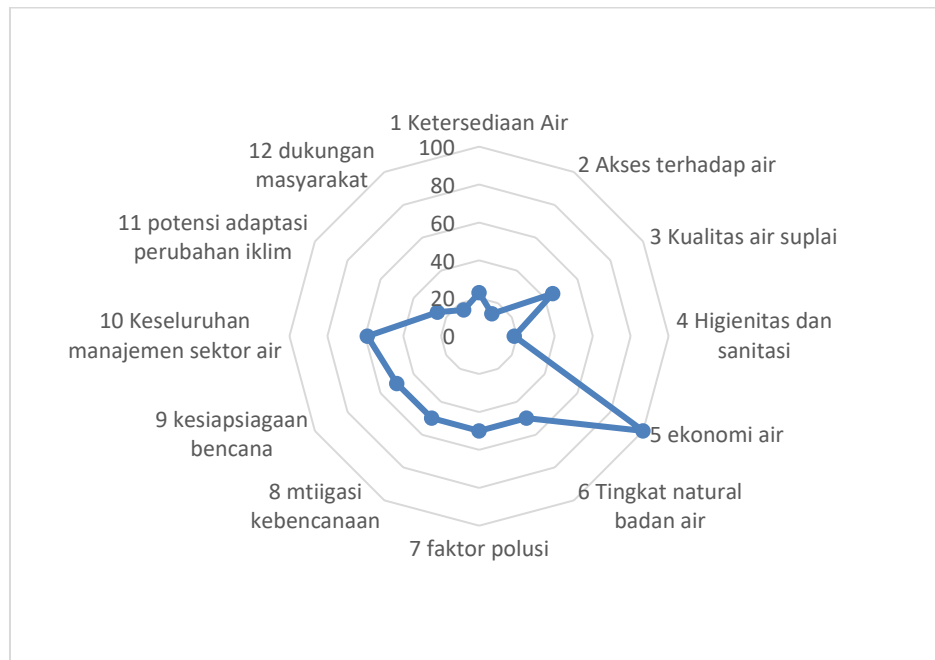


Gambar 4 3 Bobot dimensi penilaian

Pembobotan indikator kunci memiliki bobot yang paling besar pada dimensi pasokan air dan sanitas adalah kualitas air suplai (44.97%) dan diikuti indikator ketersediaan air (22.90%) hal ini didasari bahwa aspek kualitas air sangat penting dalam keamanan air. Kualitas air yang buruk dapat mengakibatkan gangguan penyakit seperti penyakit disebabkan air (*water born disease*) aspek ini memiliki kerentanan yang sangat tinggi dari sisi masyarakat maupun pasokan air baku bagi industri (Lorenzo dan Kinzig, 2020). Selain itu, aspek ketersediaan air merupakan aspek yang sangat penting dalam mendukung kesejahteraan masyarakat maupun mendukung produksi pangan dan industri (Marçal *et al.*, 2024). Aspek penilaian yang memiliki tingkat prioritas terendah merupakan aspek akses terhadap air (13.53%) hal ini didasari bahwa mengutamakan aspek kualitas air dibandingkan akses terhadap air dikarenakan akses air minum pada perkotaan sudah memadai. Aspek lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.4.

Tabel 4 4 Pembobotan indikator penilaian

No	Indikator	Bobot (%)
1	Ketersediaan air	22.91
2	Aksesibilitas terhadap air	13.53
3	Kualitas air yang disalurkan	44.98
4	Higiene dan sanitasi	18.58
5	Nilai ekonomi air	100
6	Kondisi badan air alami	50
7	Pengaruh faktor pencemar	50
8	Mitigasi bencana	50
9	Kesiapsiagaan bencana	50
10	Pengelolaan menyeluruh sektor air	58.89
11	Potensi untuk beradaptasi terhadap perubahan di masa depan	25.18
12	Dukungan masyarakat untuk ketahanan air	15.92



Gambar 4.4 Bobot indikator urban *water security*

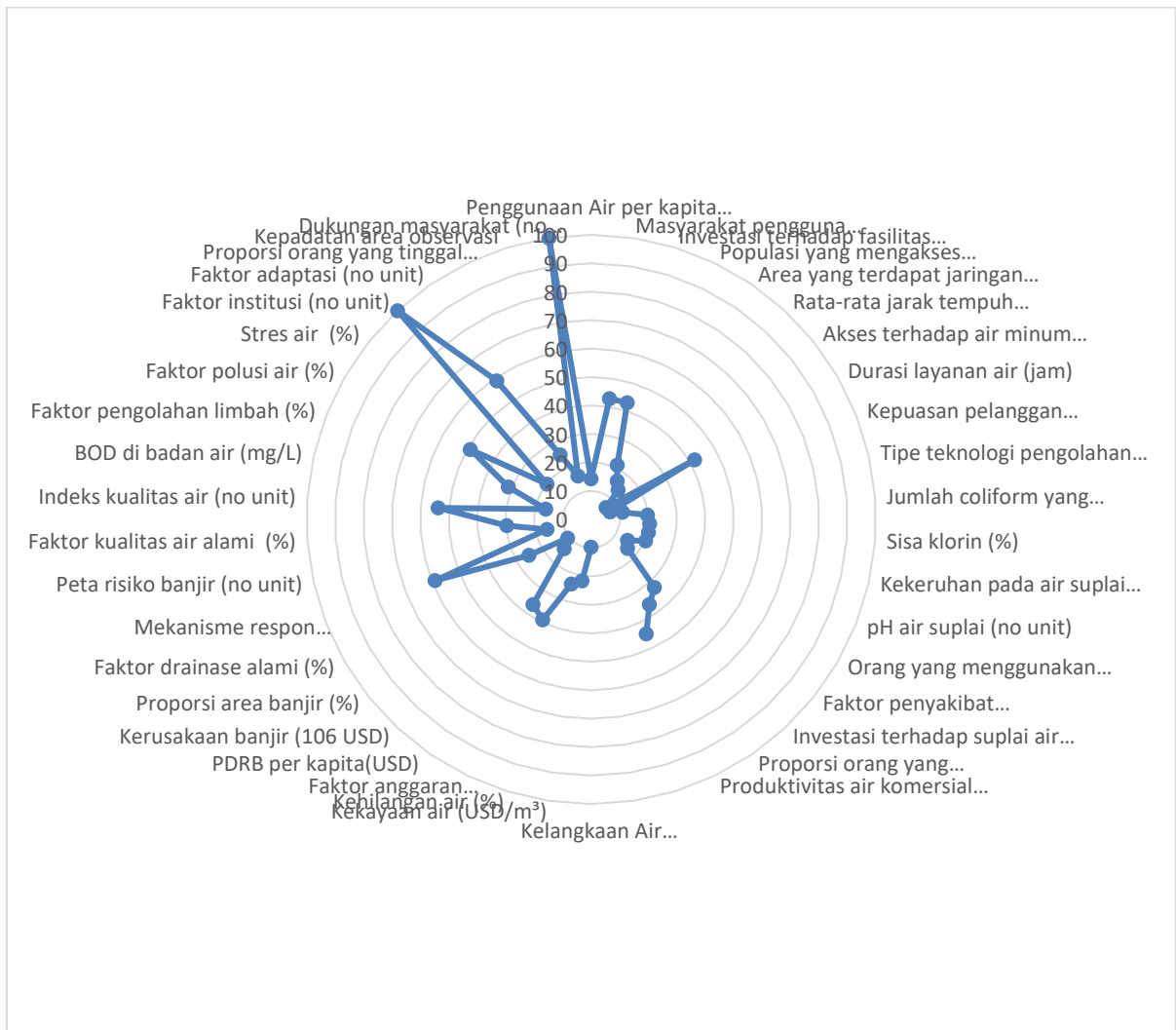
Pembobotan variabel berdasarkan strategi manajemen air perkotaan terpadu (IUWM). Variabel yang menjadi fokus utama pengendalian adalah pemenuhan terhadap kebutuhan terhadap sumber air yang layak (42.9%), investasi terhadap fasilitas pengolahan air (42.9%), durasi layanan air perpipaan (41.9%), mekanisme tanggap bencana (58.9%), produktivitas air komersial (44.6%) dan indeks kualitas air (53.9%). Sementara itu, variabel yang memiliki tingkat prioritas rendah adalah produktivitas pertanian (9.8%) dan persentase area tergenang banjir (15.9%) hal ini menggambarkan strategi dalam pemenuhan manajemen air perkotaan terpadu (IUWM). untuk dapat melihat tingkat prioritas masing-masing variabel yang termuat dalam indikator dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.5.

Tabel 4.5 Bobot variabel penilaian

No	Indikator	Variabel	bobot (%)	prioritas
1	Ketersediaan air	Penggunaan air perkapita (lpcd)	14.2	3
2		Masyarakat yang menggunakan sumber air layak (%)	42.9	1
3		Investasi terhadap fasilitas pengolahan air (106 USD)	42.9	2
4		Populasi yang menggunakan jaringan perpipaan (%)	21.1	2

No	Indikator	Variabel	bobot (%)	prioritas
5		Proporsi area yang terlayani jaringan perpipaan air minum (%)	16.3	3
6		Jarak rata-rata kepada sumber daya air yang layak (km)	14	4
7		Akses terhadap air minum aman (%)	6.7	5
8		Durasi pasokan air jaringan perpipaan (jam)	41.9	1
9	Kualitas Air Suplai	Kepuasan konsumen terhadap suplai air (1:n)	7.1	6
10		Tipe teknologi pengolahan air minum	11.3	5
11		Jumlah <i>coliform</i> pada air suplai (MPN/100 mL)	19.8	4
12		Sisa klorin (%)	20.6	1
13		Kekeruhan pada air suplai (NTU)	20.6	2
14		pH air suplai (no unit)	20.6	3
15	Higienitas Dan Sanitasi	Masyarakat yang menggunakan sanitasi layak (%)	14.8	4
16		Faktor penyakit akibat air (%)	16.3	3
17		Investasi terhadap fasilitas sanitasi (106 USD)	32.6	2
18		Proporsi masyarakat yang menggunakan jaringan air limbah (%)	36.2	1
19	Ekonomi Air	Produktivitas air komersial (USD/m ³)	44.6	1
20		Kelangkaan air (m ³ /kapita)	9.8	5
21		Kekayaan air (USD/m ³)	23.7	3
22		Kehilangan air (%)	21.8	4
23	Mitigasi Bencana	Faktor anggaran kebencanaan (%)	39.2	1
24		PDRB per kapita (USD)	36.2	2
25		Kerusakaan akibat banjir (106 USD)	14	3
26		Proporsi area yang tergenang banjir (%)	10.6	4
27	Ke-sia-pa-n	Drainase alami (%)	25.2	2

No	Indikator	Variabel	bobot (%)	prioritas
28	Kenaturalan Badan Air	Mekanisme respon tanggap bencana (no unit)	58.9	1
29		Peta kawasan rawan banjir (no unit)	15.9	3
30		Faktor kualitas kealamian badan air (%)	29.7	2
31		Indeks kualitas air (no unit)	53.9	1
32		BOD pada badan air (mg/L)	16.4	3
33	Faktor Polusi Air	Faktor pengolahan air limbah (%)	31.2	2
34		Faktor pencemaran air (%)	49	1
35		Stres air (%)	19.8	3
36	Overall management water sector	Faktor institusi (no unit)	100	1
37	Potential to adapt to future changes	Faktor adaptasi (no unit)	58.9	1
38		Persentase masyarakat yang tinggal di permukiman kumuh (%)	25.2	2
39		Kepadatan area observasi iklim	15.9	3
40	Dukungan Oleh Publik	Dukungan oleh masyarakat (no unit)	100	1



Gambar 4 5 bobot variabel penilaian urban *water security*

Strategi pengelolaan air terpadu berbasis perkotaan (IUWM) ini diadopsi oleh pemerintah Indonesia dengan merumuskan semua kebijakan perencanaan dari tingkat pusat sampai dengan daerah seperti Rencana Pembangunan Jangka Panjang (RPJP) dan Strategi Sanitasi Kota (SSK). Rekomendasi yang dihasilkan dari dokumen perencanaan tersebut dimasukkan sebagai kerangka kerja pengelolaan air perkotaan terpadu sehingga dirumuskan menjadi empat bagian. Penjelasan dan tingkat prioritas strategi IUWM dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.6 sebagai berikut.

1. Alternatif A

Alternatif A berfokus kepada pelayanan aspek dasar konservasi air, dan

kesiapsiagaan terhadap bencana. Alternatif ini memiliki integrasi dengan penilaian pada aspek *water supply and sanitation*, *water productivity*, *water environment*, *water related disaster*, dan *water governance*. Alternatif ini memiliki tingkat prioritas yang tinggi sebesar (46.9%). Sehingga alternatif ini cocok diterapkan di daerah penelitian yang masih memiliki tantangan terhadap pemenuhan aspek dasar.

2. Alternatif B

Alternatif B merupakan alternatif dengan tingkat prioritas yang rendah hal ini disebabkan oleh tidak adanya prioritas untuk penanganan terhadap pemenuhan akses dasar seperti dimensi suplai air dan sanitasi yang menjadi prioritas penanganan. Alternatif B berfokus kepada aspek pengelolaan air tanah, konservasi air, dan tata kelola kota.

3. Alternatif C

Alternatif C sebagai alternatif dengan tingkat prioritas kedua, strategi IUWM dari alternatif C berupa peningkatan terhadap akses dasar, pengelolaan air tanah, resistensi terhadap bencana, dan tata kelola kota. Alternatif menjadi prioritas kedua dikarenakan adanya tingkat pemenuhan terhadap kebutuhan dasar dan adanya pengelolaan air tanah yang sangat penting juga. Namun, aspek ini mengabaikan mengenai konservasi air dan meningkatkan mutu air sebagai akses air yang layak.

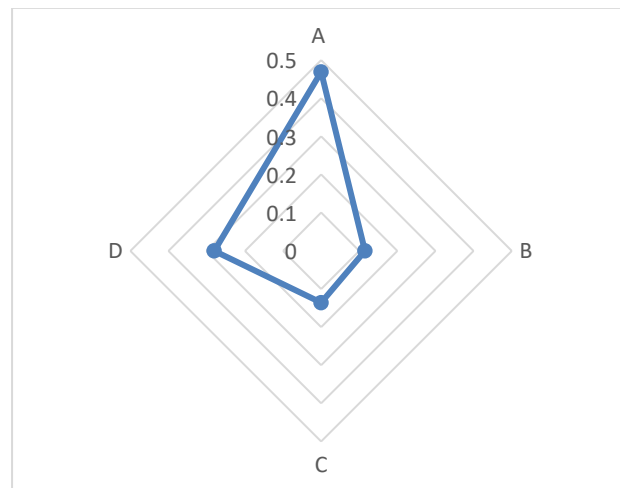
4. Alternatif D

Alternatif D merupakan alternatif tingkat prioritas ketiga dengan strategi pemenuhan aspek dasar, konservasi air, dan tata kelola kolaboratif. Aspek ini belum menjadi prioritas sepenuhnya karena aspek ini hanya melibatkan tiga dimensi penilaian yaitu, suplai air, tata kelola air, dan lingkungan air.

Tabel 4 6 Bobot alternatif

	Alternatid	Bobot (%)
1	A	0.47

2	B	0.11
3	C	0.14
4	D	0.28



Gambar 4.6 Bobot alternatif

4.3 Analisis Indeks Urban *Water Security* Tahun 2019 dan 2024

Dalam subbab ini juga menilai alat bantu ukur indeks *water security* berupa *Water Security Assessment Tools* (Watsat) dalam membantu Pemerintah kabupaten Sleman dalam menilai keseluruhan aspek urban *water security*. Penyusunan hasil maupun pembahasan pada bab ini merepresentasikan data secara kualitatif maupun kuantitatif yang dilakukan secara sistematis berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian. Komponen yang dianalisis pada urban *water security* dilakukan pada lima dimensi utama, yaitu: *water supply and sanitation*, *water productivity*, *water environment*, *water related disaster*, dan *water governance*. Kelima aspek tersebut dinilai dan dibobot sehingga dihasilkan nilai indeks *urban water security* yang kemudian dibaca sebagai tren peningkatan ataupun penurunan indeks *water security* sehingga menggambarkan tantangan, hambatan, dan implikasi terhadap kondisi *water security* di Kecamatan Depok.

4.3.1 Interpretasi Indeks Water Security tahun 2019 dan 2024

Dalam sub-bab ini menyajikan hasil perhitungan indeks *urban water security* yang dilakukan dengan kerangka *Water security Assessment Tools* (Watsat) yang

dimodifikasi dengan kerangka penilaian indeks stress air dan indeks Falkenmark. Interpretasi ini menjadi gambaran keamanan air perkotaan di Kecamatan Depok pada tahun 2019 dan 2024, penilaian ini dilakukan perhitungan berdasarkan lima dimensi penilaian. Dalam sub-bab ini menggabungkan dua pembahasan indeks keamanan air di dua tahun berbeda dan menganalisis masing-masing kelemahan dan capaian dikedua tahun tersebut. Pembahasan dirincikan ke dalam lima dimensi penilaian yang dijelaskan sebagai berikut.

Berdasarkan hasil analisis ditahun 2019 memiliki indeks keamanan air sebesar 3.07 yang mengindikasikan keamanan air baik sedangkan ditahun 2024 mengalami peningkatan indeks menjadi 3.29 yang mengindikasikan keamanan air baik. Dalam penilaian rentang lima tahunan ini tidak memberikan kenaikan secara signifikan kenaikan indeks. Namun, terdapat dimensi penilaian yang mengalami peningkatan dan dimensi penilaian yang stagnan. Peningkatan aspek penilaian dapat dilihat dalam Tabel 4.7 dan Gambar 4.7. Dalam hasil perhitungan dimensi penilaian terdapat dimensi yang mengalami peningkatan yaitu, dimensi lingkungan air dan dimensi suplai air dan sanitasi. Dimensi ini merupakan dimensi yang memiliki tingkat prioritas tinggi dikarenakan menjadi sasaran pembangunan pemerintah Kabupaten Sleman dalam meningkatkan akses kebutuhan dasar dan keberlanjutan lingkungan (Pemerintah Kabupaten Sleman, 2024).

Tabel 4 7 Perbedaan indeks dimensi penilaian

Dimensi	Tahun	
	2019	2024
Suplai air dan Sanitasi	3.75	3.87
Produktivitas Air	1.39	1.39
Bencana Terkait Air	3.52	3.52
Lingkungan Air	2.73	3.22
Tata Kelola Air	4.00	4.00



Gambar 4 7 Perbandingan indeks dimensi penilaian

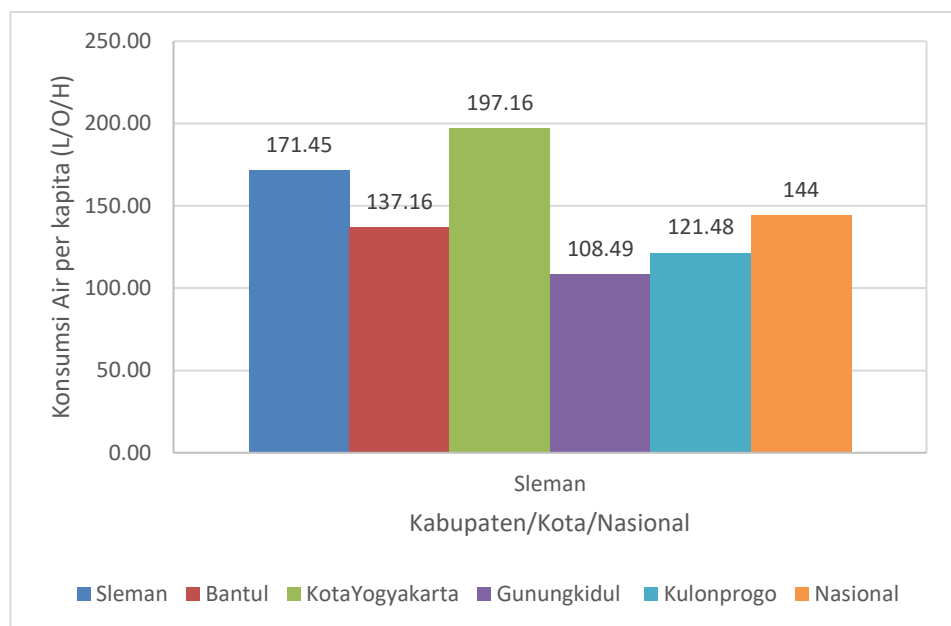
4.3.2 Dimensi Suplai Air dan Sanitasi (*Water Supply and Sanitation*)

Dimensi suplai dan sanitasi merupakan dimensi dengan tingkat prioritas kedua, dimensi ini merupakan gambaran dari aspek pemenuhan kebutuhan dasar sehingga menjadi prioritas penanganan oleh pemerintah Kabupaten Sleman. Berdasarkan penilaian yang terdapat di Tabel 4.8 sebagian besar nilai variabel terpenuhi penilaian seperti variabel penggunaan sumber air minum yang aman, sanitasi layak, proporsional jaringan perpipaan, dan durasi layanan suplai air. Namun, terdapat permasalahan mengenai suplai air dan sanitasi yang mengakibatkan kecilnya nilai indeks variabel seperti populasi yang mengakses jaringan perpipaan, akses terhadap jaringan air limbah, kepuasan pelanggan, dan penyakit disebabkan mikroorganisme di air. Selain itu, terdapat indikator yang perlu dilakukan peningkatan kembali seperti konsumsi air per kapita, tipe teknologi pengolahan air, dan kekeruhan pada air suplai. Penjelasan mengenai tiap variabel penilaian dijelaskan pada poin-poin berikut.

1. Konsumsi air per kapita

Penggunaan air per kapita masih rendah di Kecamatan Depok masih tergolong rendah hal ini dibuktikan pemakaian air perkapita pada tahun

2019 sebesar 62.58 m³/kapita/tahun dan adanya peningkatan ditahun 2024 menjadi 67.86 m³/kapita/tahun. Namun penggunaan air masih tergolong rendah dibandingkan dengan standar WHO sebesar 1000 m³/kapita/tahun dan Kementrian Lingkungan Hidup sebesar 1600 m³/kapita/tahun. Namun, disisi lain penggunaan air perkapita di Kabupaten Sleman termasuk Kecamatan Depok lebih tinggi dibanding konsumsi air per kapita nasional yang dapat dilihat pada Gambar 4.8.sedangkan variabel



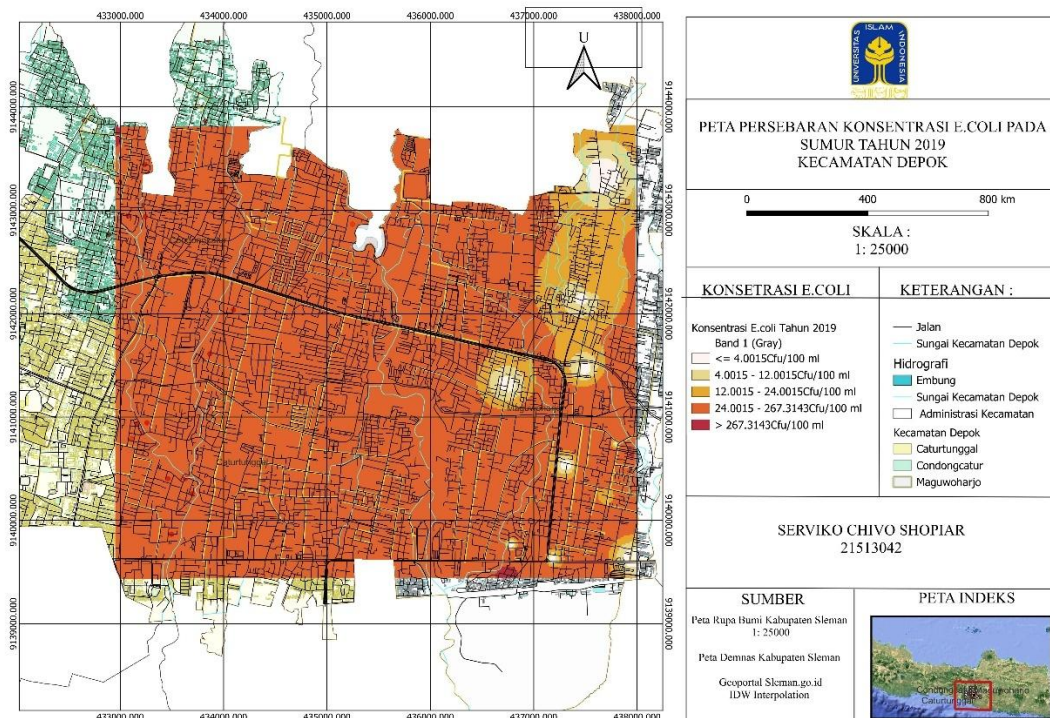
Gambar 4 8 Grafik perbandingan konsumsi air per kapita DIY

Sumber: Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum DIY (2022)

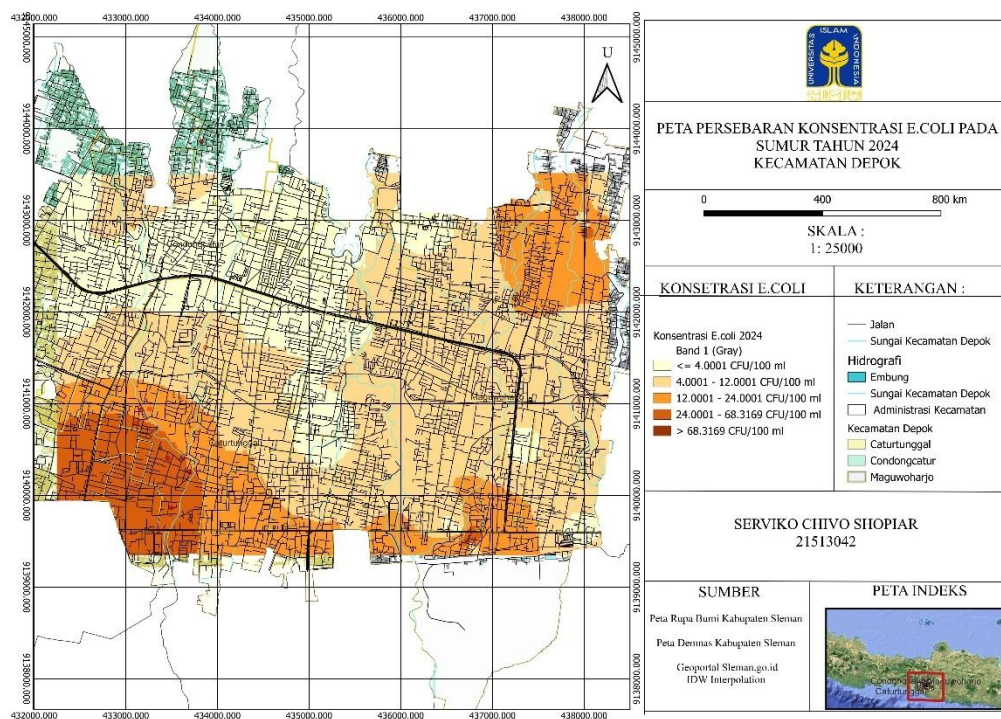
2. Akses terhadap jaringan air limbah dan jaringan air minum

Dalam penilaian kedua variabel ini memiliki indeks tidak aman yang mengindikasikan kecilnya proporsi populasi yang mengakses jaringan air bersih dan air limbah. Menurut RPJP Kabupaten Sleman 2025-2045 permasalahan ini didorong oleh ketidakmampuan masyarakat yang berpendapatan rendah dalam membayar retribusi jaringan air bersih dan di tahun 2024 sebanyak 68% penduduk di Kecamatan Depok masih menggunakan sumber air bersih non perpipaan (sumur dangkal) yang rentan terhadap pencemaran air tanah. Akses sanitasi layak di Kecamatan

Depok pada tahun 2024 sudah mencapai 100% yang merupakan diatas daripada target Peraturan Presiden Nomor 111 tahun 2022, sebesar 90% . Namun akses terhadap sanitasi aman hanya sebesar 32% di tahun 2024 sehingga perlunya ada program peningkatan untuk memenuhi target 2045 pada rumah tangga dengan akses aman sebesar 80%. Perlu adanya dorongan terhadap akses sanitasi aman agar dapat melindungi terhadap kualitas air sumur yang tercemar oleh bakteri patogen dan amoniak yang berasal dari pembuangan tangki septik (Pekab Sleman, 2024). Adanya pencemaran oleh *Fecal Coliform* pada kualitas air sumur dibuktikan pada peta yang termuat dalam Gambar 4.9 dan Gambar 4.10



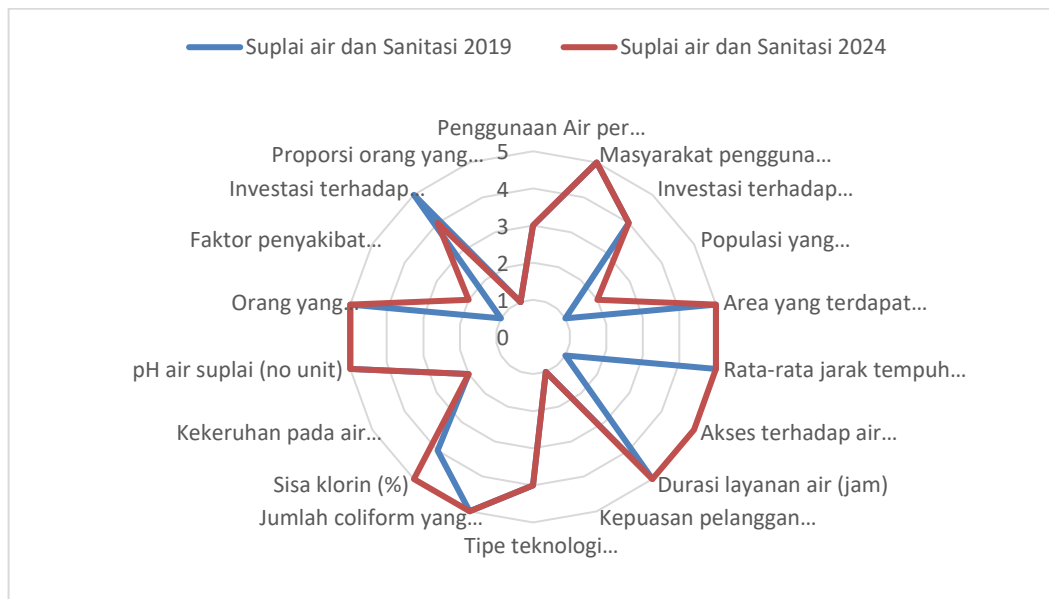
Gambar 4 9 Peta Sebaran *E.coli* pada sumur dangkal tahun 2019



Gambar 4 10 Peta sebaran *E.coli* pada sumur dangkal tahun 2024

Tabel 4 8 Perbandingan indeks variabel suplai air dan sanitasi 2019 dan 2024

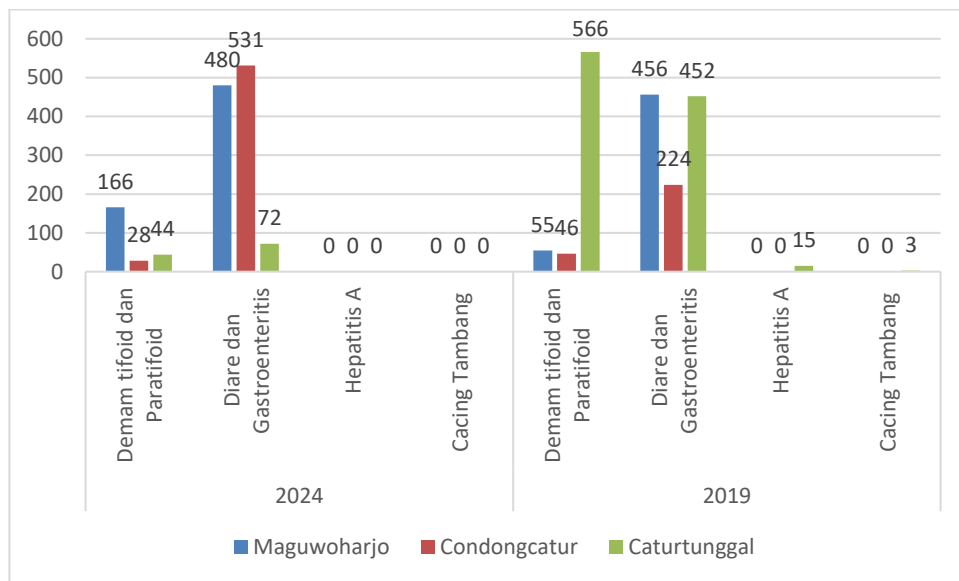
Suplai air dan Sanitasi					
Variabel	2019	2024	Variabel	2019	2024
Penggunaan Air per kapita (lpcd)	3	3	Tipe teknologi pengolahan air (no unit)	4	4
Masyarakat pengguna sanitasi layak (%)	5	5	Jumlah coliform yang terdapat di air suplai (MPN/100 mL)	5	5
Investasi terhadap fasilitas suplai air (106 USD)	4	4	Sisa klorin (%)	4	5
Populasi yang mengakses jaringan perpipaan(%)	1	2	Kekeruhan pada air suplai (NTU)	2	2
Area yang terdapat jaringan pipa (%)	5	5	pH air suplai (no unit)	5	5
Rata-rata jarak tempuh terhadap air yang layak (km)	5	5	Orang yang menggunakan fasilitas sanitasi layak (%)	5	5
Akses terhadap air minum aman (%)	4	5	Faktor penyakit disebabkan air (%)	1	2
Durasi layanan air (jam)	5	5	Investasi terhadap suplai air (106 USD)	5	4
Kepuasan pelanggan terhadap kualitas air (1:n)	1	1	Proporsi orang yang terlayani jaringan air limbah(%)	1	1



Gambar 4 11 Perbedaan indikator dimensi suplai dan sanitasi

3. Faktor Penyakit akibat air dan Kualitas air suplai

Penyakit akibat air disebabkan adanya kualitas air yang rendah sehingga mengakibatkan penurunan kondisi sanitasi hal ini dibuktikan dengan nilai indeks risiko sanitasi pada Kecamatan Depok dengan risiko sedang. Tingginya kasus diare ataupun penyakit akibat air lainnya menjadi salah satu indikator derajat kesehatan lingkungan. Kecamatan Depok tahun 2019 menyumbang kasus diare sebesar 3.157 atau sebesar 9.15% dari total kasus Kabupaten Sleman. Kelurahan tertinggi yang menyumbangkan kasus diare adalah Maguwoharjo dan Caturtunggal sedangkan ditahun 2024 adanya penurunan kasus di Caturtunggal secara signifikan. Namun, Kelurahan Maguwoharjo mengalami peningkatan kasus, tren kasus penyakit air 2019 dan 2024 dapat dilihat pada Gambar 4.12. Adanya penurunan total kasus penyakit akibat air mengindikasikan adanya peningkatan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS).



Gambar 4 12 Rekapitulasi kasus penyakit akibat air di Kecamatan Depok

Variabel kualitas air merupakan variabel yang berhubungan langsung dengan variabel penyakit akibat air. Penilaian kualitas air suplai terdiri dari tiga parameter yaitu sisa klorin, pH, dan kekeruhan. Menurut hasil observasi kualitas air PDAM unit Depok tahun 2019 dua sampel dari 24 sampel parameter sisa klorin tidak memenuhi standar baku mutu. Namun, di tahun 2024 semua parameter sisa klorin memenuhi kriteria. Parameter sisa klorin harus direntang 0.2-0.5 Mg/L hal ini diupayakan dalam memitigasi konsentrasi *Coliform* pada jaringan distribusi. Namun, jika konsentrasi sisa klorin tinggi mengakibatkan bau pada air suplai sehingga mempengaruhi kenyamanan pada pelanggan.

4.3.3 Dimensi Produktivitas Air (*Water Productivity*)

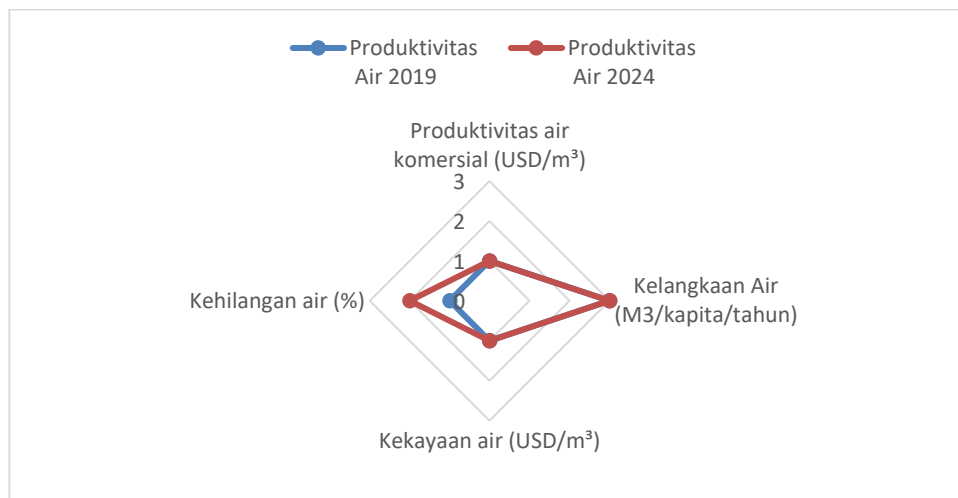
Indeks penilaian produktivitas air merupakan interpretasi terhadap seberapa efisien air untuk memproduksi suatu nilai keluaran . Dimensi ini memiliki nilai variabel rata-rata satu disisi lain dimensi ini menjadi prioritas ketiga dalam hasil penilaian. Hasil penilaian terhadap variabel dalam dimensi ini yang dapat dilihat dalam Tabel 4.9, tidak mengalami peningkatan signifikan. Namun, variabel penilaian kehilangan air pada jaringan perpipaan mengalami peningkatan yang mengindikasikan adanya perbaikan dalam pemantauan air tidak berpendapatan

(*non revenue water*) dan adanya peningkatan monitoring terhadap jaringan pipa distribusi maupun pengecekan meteran individu. Sebagian variabel yang memiliki nilai indeks rendah perlu dilakukan intervensi seperti indeks pada produktivitas air dan kekayaan air yang menandakan rendahnya produktivitas air terhadap sektor komersial dan sektor domestik.

Rendahnya produktivitas air pada sektor komersial ini mendorong tingkat penggunaan air yang tinggi namun hasil yang dikeluarkan dalam pendapatan domestik bruto daerah (PDRB) sektor komersial rendah sehingga mengakibatkan penggunaan air yang tidak efisien. Selain itu, sektor domestik (rumah tangga) memiliki tingkat produktivitas yang rendah terhadap air yang dihitung terhadap total pendapatan berbanding dengan penggunaan air hal ini didorong dengan tarif air yang rendah yang mengakibatkan adanya pemborosan terhadap sumber daya air. Variabel yang perlu ditingkatkan yaitu kehilangan air (*water loss*), kehilangan air merupakan salah satu bentuk air tidak berpendapatan (*non revenue water*) dengan tingkat kehilangan air yang tinggi mengakibatkan kerugian finansial dan mengurangi efisiensi operasional yang berdampak pada tingkat pendapatan PDAM (Lebu *et al.*, 2024).

Tabel 4 9 Perbedaan variabel penilaian produktivitas air

Produktivitas Air		
Variabel	2019	2024
Produktivitas air komersial (USD/m ³)	1	1
Kelangkaan Air (M3/kapita/tahun)	3	3
Kekayaan air (USD/m ³)	1	1
Kehilangan air (%)	1	2



Gambar 4 13 Perbedaan variabel penilaian produktivitas air

Variabel yang perlu dilakukan monitoring adalah kelangkaan air (*water scarcity*) yang menilai sumber daya air terbarukan terhadap jumlah populasi di suatu kawasan. Berdasarkan hasil perhitungan kelangkaan air pada Tabel 4.10 di tahun 2019 dengan tingkat cadangan air 1.204,97 m³/kapita/tahun sedangkan di tahun 2024 mengalami peningkatan dengan cadangan air sebesar 1.069,98. Namun, dalam dua tahun tersebut memiliki indeks stress air yang mengartikan sumber daya air tidak mencukupi untuk kebutuhan dasar manusia secara berkelanjutan. Perhitungan ini didasarkan dari jumlah sumber daya air terbarukan sehingga ada perbedaan ketersediaan air di tahun 2019 dan 2024. Dalam penilaian ketersediaan air di tahun 2024 mengalami peningkatan yang disebabkan oleh curah hujan sebesar 2480 mm/tahun dibandingkan dengan tahun 2019 sebesar 1678,43 mm/tahun, disisi lain debit sungai Gajahwong dan Tambakbayan meningkat sebesar 0.25 m³/detik sehingga mengakibatkan perbedaan kuantitas sumber daya air terbarukan.

Tabel 4 10 Kelangkaan air di Kecamatan Depok

Kelangkaan air Indeks Falkenmark				
Tahun	Populasi (Jiwa)	Ketersediaan Air Terbarukan	Cadangan air (m ³ /kapita/tahun)	Indeks kelangkaan air
2019	122.305	125.358.968,69	1.024,97	Stres air
2024	127.111	136.005.772,50	1.069,98	Stres air

Sumber: Perhitungan

4.3.4 Dimensi Bencana Terkait Air (*water related disaster*)

Bencana terkait air merupakan dimensi dengan tingkat prioritas terendah dikarenakan di Kecamatan Depok bukan kawasan rawan bencana . Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.11 sebagian besar variabel dengan nilai indeks sangat baik. Namun, tidak ada peningkatan indeks variabel antar tahun 2019 dan 2024 tetapi terdapat variabel yang perlu ditingkatkan seperti faktor anggaran kebencanaan, faktor drainase alami, dan peta zonasi banjir. Sedangkan indeks variabel kerusakan banjir, proporsi daerah banjir dan mekanisme respon kebencanaan perlu dipertahankan. Rincian penjelasan mengenai indikator yang berperan dalam penilaian ini dijelaskan pada bagian di bawah ini.

1. Variabel faktor anggaran kebencanaan (%)

Kelemahan pada variabel faktor anggaran kebencanaan ini memiliki proporsi yang rendah terhadap Anggaran Pendapatan Belanja Daerah (APBD). Menurut Pemkab Sleman (2023) dalam Rencana Kerja Pemerintahan Kabupaten Sleman 2019 menganggarkan Rp11.643.003.750 untuk kebencanaan dan di tahun 2024 menurut Pemkab Sleman (2023) di anggaran untuk kebencanaan sebesar Rp15.549.371.516. Namun, proporsional terhadap APBD hanya sebesar 0,37% di tahun 2019 dan 0,45% di tahun 2024 sehingga mengakibatkan nilai indeks kecil. Anggaran ini dapat dimaksimalkan sebagai upaya dalam strategi maupun adaptasi terhadap perubahan iklim.

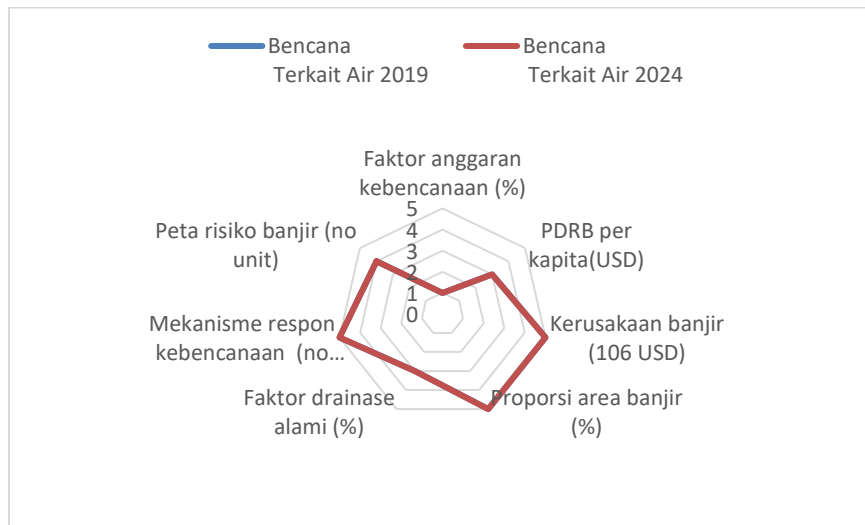
2. Faktor drainase alami (%)

Variabel faktor drainase alami merupakan salah satu variabel yang perlu dilakukan peningkatan. Variabel ini menilai seberapa besar ruang terbuka hijau di suatu kawasan yang berguna sebagai area tampungan air hujan (Lebu *et al.*, 2024). Data ruang terbuka hijau (RTH) tahun 2019 di Kecamatan Depok menurut Nayoni (2023) seluas 1.041,49 Ha atau seluas 29,30% yang terbagi atas 21,03% RTH privat dan 8,20%

merupakan milik publik hal ini belum sesuai dengan Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 dengan proporsional RTH publik sebesar 20% dan privat 10%. Keterbatasan pada pemenuhan peraturan tersebut disebabkan oleh kepemilikan lahan oleh pemerintah dan tingginya harga jual tanah. Selain itu, keterbatasan ruang publik hijau didasari oleh bergantungnya investasi tanah pada Pemerintah Kabupaten Sleman maupun tanah milik desa. Ruang terbuka hijau ini dapat dikembangkan sebagai salah satu infrastruktur hijau pengendali air hujan (*Green stormwater infrastructure*) yang merupakan bagian dari pembangunan berdampak rendah (*low impact development*) yang bertujuan mengurangi limpasan air dan meminimalisir pencemaran (Lebu *et al.*, 2024).

Tabel 4 11 Perbedaan penilaian variabel dimensi bencana terkait air

Bencana Terkait Air					
Variabel	2019	2024	Variabel	2019	2024
Faktor anggaran kebencanaan (%)	1	1	Faktor drainase alami (%)	3	3
PDRB per kapita(USD)	3	3	Mekanisme respon kebencanaan (no unit)	5	5
Kerusakan banjir (106 USD)	5	5	Peta risiko banjir (no unit)	4	4
Proporsi area banjir (%)	5	5			



Gambar 4 14 Perbedaan variabel bencana terkait air

3. Variabel proporsi area banjir dan kerusakan akibat banjir

Variabel yang perlu dilakukan monitoring dan dipertahankan adalah variabel proporsi area banjir dan kerusakan akibat banjir. Menurut laporan BPBD tahun 2019 tidak ada terjadi bencana banjir dan kerusakan disebabkan banjir untuk di Kecamatan Depok. Namun, pada tahun 2024 terjadi sekali genangan banjir yang disebabkan oleh curah hujan tinggi di Kecamatan Depok hingga mengakibatkan genangan setinggi satu meter di area *loading* mal Amplaz. Menurut laporan kejadian bencana tidak ada kerusakan yang disebabkan genangan tersebut, untuk ilustrasi genangan banjir dapat dilihat pada Gambar 4.15 sebagai berikut. Berdasarkan laporan kejadian bencana tersebut nilai indeks untuk kedua variabel tersebut dinilai sangat aman.

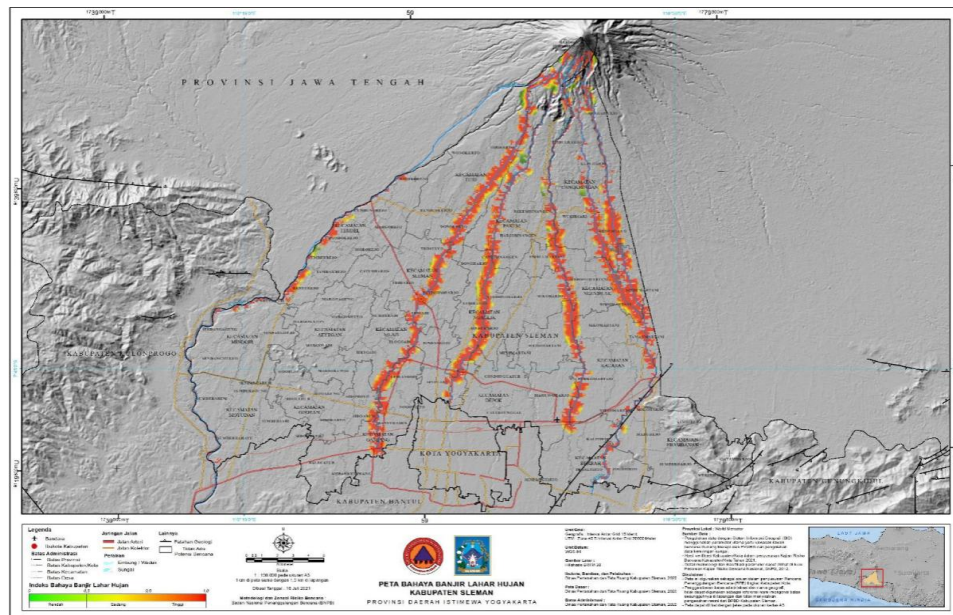


Gambar 4 15 Kejadian genangan air pada mal Amplaz Caturtunggal

Sumber: Laporan Kejadian Bencana Pusat Data dan Operasi (Pusdalops) Sleman

4. Variabel peta risiko banjir dan mekanisme tanggap bencana

Dalam dokumen kajian bencana BPBD Sleman (2021) menyebutkan bahwa daerah rawan bencana banjir lahar hujan di Kecamatan Depok seluas 134 Ha dengan risiko tinggi dan 21 Ha dengan risiko sedang. Dalam penentuan area berisiko banjir ini didasari oleh penilaian oleh daerah bahaya longsor di wilayah sungai dan pengklasifikasian kedalaman genangan sehingga dihasilkan peta risiko banjir lahar hujan yang dapat dilihat pada Gambar 4.16. variabel peta risiko ini diberikan indeks empat dikarenakan implementasinya sudah terpenuhi namun belum diikuti hal ini dibuktikan dengan banyaknya permukiman di sempadanan sungai yang menjadi area berisiko. untuk variabel penilaian respon mekanisme kebencanaan mendapatkan indeks tertinggi yang disebabkan adanya perencanaan terkait kebencanaan yang didasari pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah Kabupaten Sleman 2021-2025 (RPJMD) dan diwujudkan dalam dokumen kajian risiko bencana Kabupaten Sleman 2021-2025.



Gambar 4 16 Peta risiko bahaya banjir lahar hujan Kabupaten Sleman

Sumber: Dokumen Kajian Risiko Bencana Kabupaten Sleman 2021-2025.

4.3.5 Dimensi Lingkungan Air (*water environment*)

Dimensi ini merupakan prioritas pertama dalam penilaian sehingga penilaian variabel pada dimensi ini sangat krusial. Terdapat beberapa pertimbangan permasalahan dan isu strategis yang masuk dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Kabupaten Sleman 2025-2045 (RPJPD) dan dokumen Indeks Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman (IKPLHD). Isu dan permasalahan tersebut adalah indeks kualitas air (IKA), akses sanitasi aman, dan akses terhadap sumber daya air. Variabel penilaian dimensi lingkungan air ini berkaitan dengan permasalahan yang diuraikan dalam RPJPD. Dalam penilaian variabel sebagian besar terdapat nilai indeks yang stagnan dan terdapat satu variabel yang memiliki peningkatan baik yaitu faktor polusi terhadap air. Perbedaan nilai indeks pada variabel dapat dilihat pada Tabel 12 dan Gambar 4.17. Penjelasan mengenai permasalahan dalam penilaian variabel diuraikan dalam poin-poin berikut.

1. Faktor kualitas kealamian air dan BOD dalam air

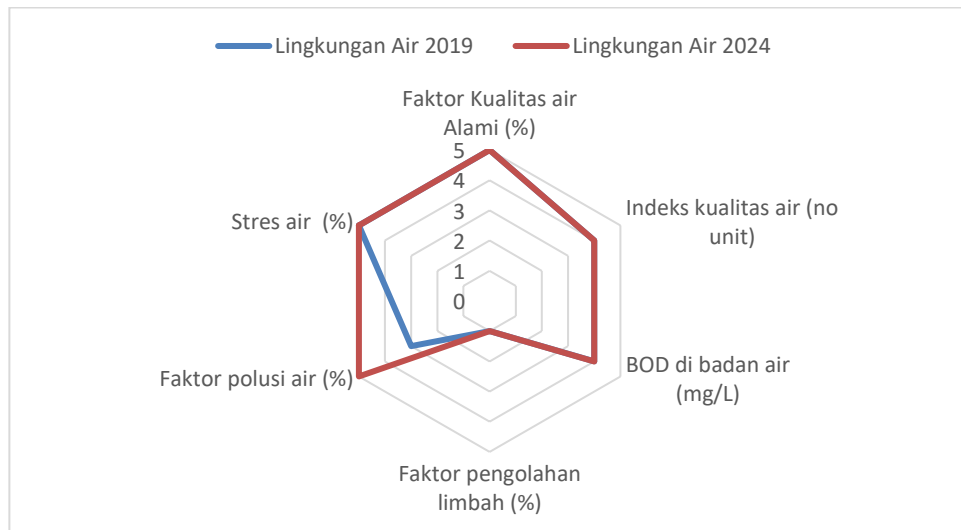
Dalam penilaian variabel kualitas kealamian air dihitung dengan perbandingan terhadap oksigen terlarut badan air dengan baku mutu oksigen terlarut dalam badan air. Pengukuran yang dilakukan oleh Balai

Besar Wilayah Sungai Serayu Opak (BBWSO) yang dapat dilihat pada **Lampiran 4** dengan nilai rata-rata oksigen terlarut dalam sungai sebesar 6.19 untuk tahun 2019 sedangkan tahun 2024 dengan rata-rata 9.23. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan penurunan oksigen terlarut, menurut pemantauan fisik yang dilakukan BBWSO pada pos paparingan adanya bau busuk dan hanyutan yang menyebabkan badan air menjadi oksik.

Untuk kadar BOD berkaitan dengan penurunan kadar oksigen terlarut (DO) dikarenakan penggunaan jumlah oksigen terlarut yang digunakan dalam mengurai pencemar organik. Menurut data observasi BBWSO yang terlampir pada **Lampiran 4** untuk di tahun 2019 mengalami peningkatan melampaui baku mutu dengan rata-rata 5.73 mg/l sedangkan di tahun 2023 di bawah baku mutu lingkungan dengan konsentrasi rata-rata 1.9 mg/l. Selain faktor dari data pengamatan fisik BBWSO adanya faktor pencemaran titik (*point source*) pusat perbelanjaan dan non titik (*non point source*) berupa permukiman pada sungai Gajahwong (Haq, 2023).

Tabel 4 12 Perbedaan variabel dimensi lingkungan air

Lingkungan Air					
Variabel	2019	2024	Variabel	2019	2024
Faktor Kualitas air Alami (%)	5	5	Faktor pengolahan limbah (%)	1	1
Indeks kualitas air (no unit)	4	4	Faktor polusi air (%)	3	5
BOD di badan air (mg/L)	3	5	Stres air (%)	5	5



Gambar 4 17 Perbedaan variabel penilaian lingkungan air

2. Faktor polusi air limbah dan faktor pengolahan air limbah

Kualitas air merupakan salah satu aspek penting dan krusial dalam penilaian keamanan air, dengan peningkatan urbanisasi dan pertumbuhan penduduk di area perkotaan memberikan tekanan terhadap kualitas sumber air. Untuk itu variabel penilaian faktor polusi air limbah merupakan yang paling diprioritaskan. Penilaian faktor polusi air limbah dilakukan pada jumlah air limbah tidak terolah terhadap jumlah sumber daya air. Perhitungan ini dilakukan pada persamaan 3 dan 4 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Tahun 2019} &= \frac{\text{Jumlah air limbah tidak terolah } (\frac{\text{m}^3}{\text{tahun}})}{\text{Jumlah Sumber daya air di Kecamatan Depok}} \\ &= \frac{5.594.241,74 (\frac{\text{m}^3}{\text{tahun}})}{234.440.175 (\frac{\text{m}^3}{\text{tahun}})} \\ &= 2.39\% \end{aligned} \quad (3)$$

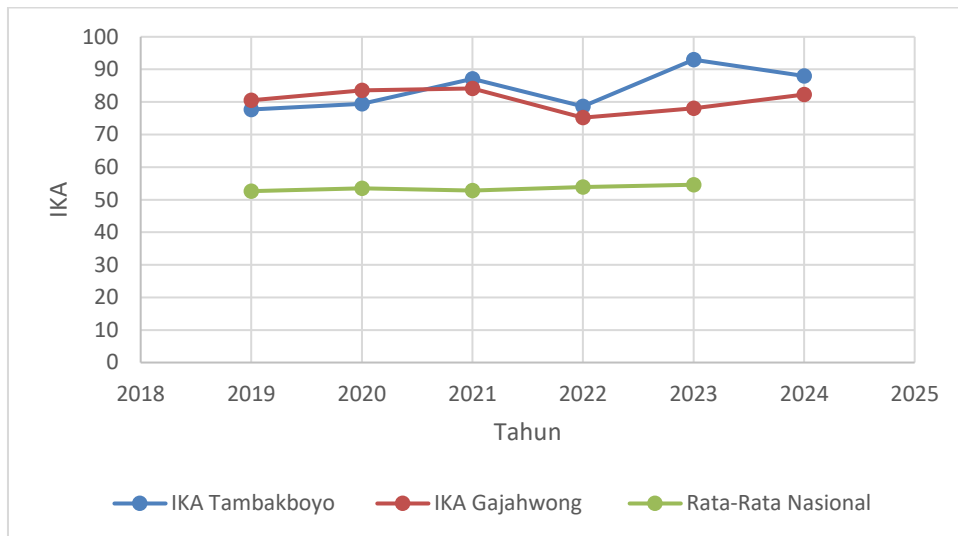
$$\begin{aligned} \text{Tahun 2024} &= \frac{\text{Jumlah air limbah tidak terolah } (\frac{\text{m}^3}{\text{tahun}})}{\text{Jumlah Sumber daya air di Kecamatan Depok}} \\ &= \frac{4.961.894,09 (\frac{\text{m}^3}{\text{tahun}})}{234.440.175 (\frac{\text{m}^3}{\text{tahun}})} \\ &= 2.12\% \end{aligned} \quad (4)$$

Perhitungan didasari oleh proyeksi air limbah pada Lampiran I dan sumber daya air menggunakan cadangan air tanah dinamis yang merupakan sumber

air baku utama masyarakat di Kecamatan Depok (Hendrayana, 2016). Berdasarkan hasil perhitungan tingkat jumlah air limbah tidak terolah hanya 2.39% di tahun 2019 dan 2,12% di tahun 2024 dengan adanya peningkatan akses terhadap sanitasi aman menurunkan tingkat air limbah yang tidak terolah hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Zhu and Chang, 2020) di Shanghai yang dibuktikan adanya peningkatan indeks pengelolaan pencemaran maupun tingkat pencemar di badan air disebabkan adanya peningkatan fasilitas sanitasi terutama jaringan air limbah perkotaan.

3. Indeks Kualitas Air (IKA)

Indeks kualitas air merupakan metode yang digunakan dalam menentukan kualitas air. Metode yang digunakan dalam perhitungan kualitas air adalah *National Sanitation Foundation Water Quality Index* (NSFWQI). Analisis indeks kualitas air ini terhadap sepuluh parameter yang dimodifikasi yaitu, BOD, COD, total fosfat (PO₄), nitrat (NO₃), *Fecal Coliform* (FC), Total padatan terlarut (TDS), pH, Total padatan tersuspensi (TSS), Amoniak (NH₃), dan oksigen terlarut (DO). Parameter tersebut memiliki tingkat kepentingan berbeda, untuk itu perlu dilakukan pembobotan tersebut (Chidiac *et al.*, 2023). Penilaian indeks kualitas air ini dilakukan pada dua badan air utama yang ada di Kecamatan Depok yaitu Embung Tambakboyoy dan Sungai Gajahwong. Penilaian ini dilakukan secara bertahap dengan penentuan pembobotan mengikuti studi yang dilakukan Dewi. *et al.*(2016) dengan pembobotan tiap parameter pada Lampiran 5. Selanjutnya menghitung nilai sub indeks tiap parameter yang dilakukan dengan rumus regresi linear yang ditampilkan pada Lampiran 6. Sehingga indeks kualitas air untuk tahun 2019 untuk Tambakboyoy sebesar 77,8 dan 87,99 untuk di tahun 2024 sedangkan untuk Sungai Gajahwong di tahun 2019 (80,487) dan 82,32 untuk di tahun 2024, untuk tren IKA selama 2019 hingga 2024 dapat dilihat pada Gambar 4.18. Kedua badan air dalam kondisi baik, nilai indeks kualitas air (IKA) Sungai Gajahwong di atas rata-rata IKA Sungai secara nasional.



Gambar 4 18 Tren IKA Sungai Gajahwong dan Embung Tambakboyo

4. Stres air

Stres air merupakan perbandingan antara ketersediaan air tawar yang terbarukan dengan total kebutuhan air. Ketersediaan air harus mempertimbangkan kebutuhan air lingkungan. Variabel ini memberikan estimasi terhadap tekanan pada semua sektor yang membutuhkan air. Tingkat stres yang tinggi mengindikasikan kebutuhan terhadap sumber daya air melebihi keberlanjutan sumber daya air. Sumber daya air terbarukan yang didefinisikan oleh UN *Water* (2024) total aliran air yang masuk sungai, rata-rata curah hujan tahunan, dan total aliran masuk air tanah. Klasifikasi tingkat stres air dapat dilihat pada Tabel 4.13. Perhitungan tingkat stres air pada Kecamatan Depok dihitung pada persamaan 5 dan 6 sebagai berikut.

Tabel 4 13 Indeks stres air

Nilai (%)	Keterangan
< 25	Tidak Stres
25-50	Stres ringan
50-75	Stres menengah
75-100	Stres berat
> 100	Kritis

Sumber:UN Water (2024)

$$\begin{aligned}\text{Stres air tahun 2019} &= \frac{\text{TFWW}}{(\text{TRWR}-\text{EFR})} & (5) \\ &= \frac{9.632.802,981 \text{ m3/tahun}}{(93.906.456,75-28.171.937,93)\text{m3/tahun}} \\ &= 15\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Stres air tahun 2024} &= \frac{\text{TFWW}}{(\text{TRWR}-\text{EFR})} & (6) \\ &= \frac{10.919.206,81 \text{ m3/tahun}}{(93.906.456,75-28.171.937,93)\text{m3/tahun}} \\ &= 17\%\end{aligned}$$

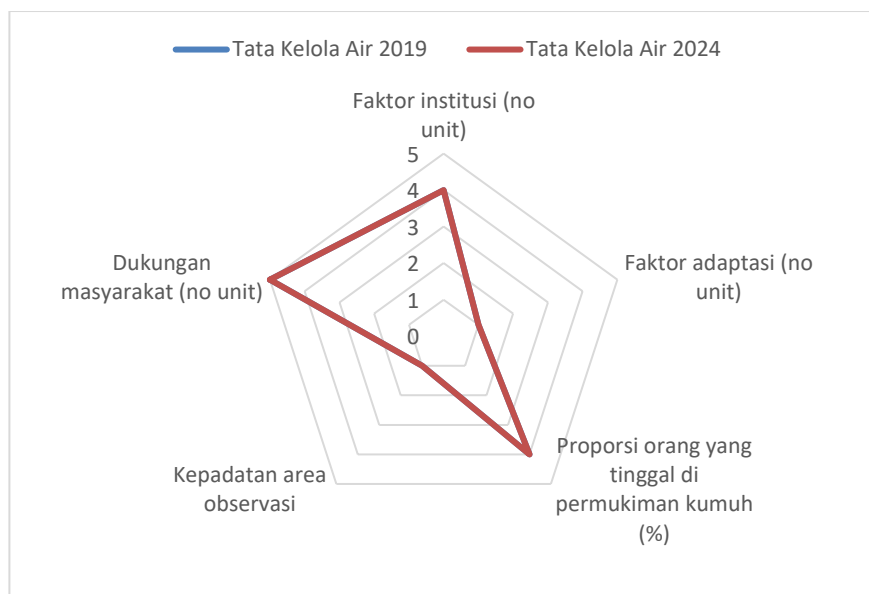
Perhitungan Stres air merupakan pada persamaan 4 dan 6 merupakan pendekatan dengan sumberdaya air diasumsikan tetap. Hasil perhitungan mengindikasikan bahwa sumber daya air tidak mengalami stres air.

4.2.6 Tata Kelola Air (*Water Governance*)

Pada dimensi tata kelola air tidak ada peningkatan dari tahun 2019 hingga 2024 nilai indeks 3.95 yang menginterpretasikan sangat baik. Tingginya indeks tata kelola air dikontribusikan terhadap beberapa variabel penilaian seperti faktor institusi, dukungan masyarakat, dan proporsi masyarakat yang tinggal di permukiman kumuh. Untuk penilaian tiap variabel dari indikator pada Tabel 4.14 terlampirkan pada Lampiran 7 yang sistematikanya diisi oleh perangkat Desa. Untuk penilaian indikator permukiman kumuh berdasarkan PemKab Sleman (2022) melalui Keputusan Bupati Sleman Nomor 33.2, sebanyak 14.118 jiwa masyarakat Kecamatan Depok yang tersebar di Dukuh Mrican, Tiyasan, Sanggarahan, Kaliwaru, Soropadan, Joho, dan Dero dengan total luasan 53,17 hektar. Namun pengambilan indeks 4 dikarenakan persentase terhadap populasi penduduk Kecamatan Depok ditahun 2019 sebesar 11.54% dan ditahun 2024 sebesar 11.10% sedangkan ambang batas bawah indeks lima sebesar 10% terhadap populasi. Penilaian terhadap variabel lain dapat dilihat pada Lampiran 7.

Tabel 4 14 Perbedaan indikator penilaian dimensi tata kelola air

Tata Kelola Air		
Indikator	2019	2024
Faktor institusi (no unit)	4	4
Faktor adaptasi (no unit)	1	1
Proporsi orang yang tinggal di permukiman kumuh (%)	4	4
Kepadatan area observasi	1	1
Dukungan masyarakat (no unit)	5	5



Gambar 4 19 Perbedaan penilaian variabel tata kelola air

4.4 Skenario Proyeksi Keamanan Air Kecamatan Depok 2045

Pada sub-bab ini membahas proyeksi keamanan air di Kecamatan Depok pada tahun 2045 dengan menggunakan skenario terbaik (*best scenario*), skenario optimum (*optimum scenario*), dan skenario terburuk (*worst scenario*). Skenario

optimum merupakan skenario sesuai dengan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Kabupaten Sleman (RPJPD) sedangkan skenario terburuk merupakan skenario di bawah target atau rencana pemerintah. Skenario terbaik diproyeksi sebagai skenario percepatan apabila rencana pemerintah lebih cepat tercapai dari target tahun 2045. Analisis ini bertujuan memberikan gambaran terhadap keamanan air perkotaan dan menjelaskan tantangan dan peluang serta implikasi terhadap kebijakan untuk peningkatan keamanan air perkotaan dari tahun 2024. Penyusunan skenario ini hanya dilakukan pada 11 variabel dari total 40 variabel yang susunnya dapat dilihat pada Tabel 4.15 sebagai berikut.

Tabel 4 15 Variabel yang diproyeksikan pada tahun 2045

Variabel dan Indikator yang Dimodelkan dalam Skenario Keamanan Air Perkotaan 2045			
Indikator	Variabel	Indikator	Variabel
Akses terhadap air	%Penggunaan Jaringan perpipaan air bersih	faktor efek pencemaran air	Faktor pencemaran air
Hieginitas dan sanitasi	% terhubung ke perpipaan air limbah	Hieginitas dan sanitasi	Penyakit Akibat air %
Kealamian badan air	Indeks Kualitas Air	Ekonomi air	Kehilangan air %
Ekonomi air	Produktivitas air komersial (USD/m ³)	Kealamian badan air	Stres air %
Kesiapsiagaan bencana	Kerusakan akibat banjir (juta USD)	faktor institusi	Skor institusi tata kelola air (1–5)
Faktor adaptasi	Proporsi Orang yang tinggal di Permukiman kumuh	Faktor dukungan publik	Dukungan publik (1–5)
faktor efek pencemaran air	Faktor Pengolahan air limbah	Faktor adaptasi	Faktor adaptasi (1–5)

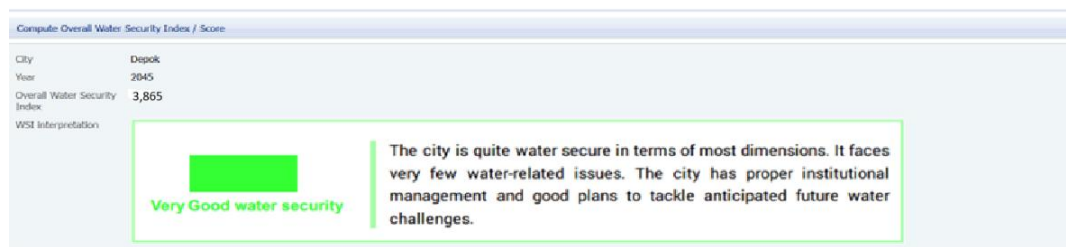
4.4.1 Skenario Optimum (*Optimum Scenario*)

Skenario optimum merupakan skenario sesuai dengan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD) Kabupaten Sleman Tahun 2025-2045. Hasil penilaian pada model proyeksi ini dengan nilai 3.865 dengan kategori indeks keamanan air sangat baik model proyeksi dapat dilihat pada Lampiran 8. Kondisi keamanan air ini merepresentasikan semua target RPJPD yang tercapai dan terealisasi dengan baik apabila target pada Tabel 4.16 terpenuhi. Dalam mencapai indeks keamanan air sangat baik (3,865) didukung oleh pemenuhan infrastruktur dasar yang menjadi salah satu permasalahan yang dicantumkan dalam RPJPD. Skenario berdasarkan RPJPD ini merupakan komitmen Pemerintah Kabupaten Sleman terutama di Kecamatan Depok dalam meningkatkan keamanan air dan pembangunan berkelanjutan. Namun, terdapat variabel yang perlu dilakukan pemantauan khusus seperti stres air, indeks kualitas air, dan kehilangan air. Berbagai tekanan terhadap sumber daya air, lingkungan, dan ketidakpastian perubahan iklim dapat mempengaruhi variabel tiga variabel rentan tersebut.

Tabel 4 16 Nilai variabel input skenario keamanan air optimum

Skenario RPJPD Model Keamanan Air					
Indikator	Nilai Variabel input	Nilai	Indikator	Nilai Variabel input	Nilai
%Penggunaan Jaringan perpipaan air bersih	100%	5	Faktor pencemaran air	0.69%	5
% terhubung ke perpipaan air limbah	75%	3	Penyakit Akibat air %	4.00%	4
Indeks Kualitas Air	75	3	Kehilangan air %	19.28%	4
Produktivitas air komersial (USD/m ³)	8	3	Stres air %	20%	5

Skenario RPJPD Model Keamanan Air					
Indikator	Nilai Variabel input	Nilai	Indikator	Nilai Variabel input	Nilai
Kerusakan akibat banjir (juta USD)	0	5	Skor institusi tata kelola air (1–5)	5	5
Proporsi Orang yang tinggal di Permukiman kumuh	3%	5	Public support factor (1–5)	5	5
Faktor Pengolahan air limbah	82%	3	Adaptability factor (1–5)	5	5



Gambar 4 20 Indeks keamanan air Watsat skenario optimum

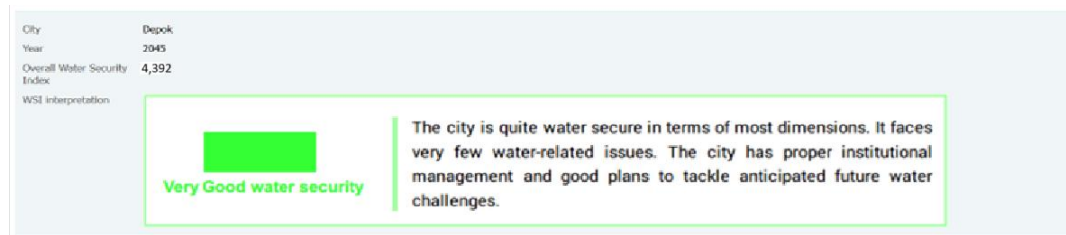
4.4.2 Skenario Terbaik (*Best Scenario*)

Pada skenario terbaik indeks keamanan air di Kecamatan Depok diproyeksikan sebesar 4,392 sehingga mencapai indeks keamanan air sangat baik. Proyeksi ini merupakan upaya maksimal dan potensi dalam mencapai indeks keamanan air sangat tinggi. Model proyeksi ini menargetkan diatas target dari RPJPD, secara spesifik peningkatan terjadi dengan faktor pendorong seperti optimalisasi jaringan air bersih, perluasaan jaringan sambungan rumah tangga air limbah dan air bersih, efektivitas pengolahan air limbah, monitoring pencemaran air tanah, peningkatan terhadap hunian layak, dan penguatan tata kelola air berserta dukungan oleh masyarakat. Skenario ini dicapai dengan memenuhi nilai variabel penilaian pada

Tabel 4.17 sebagai berikut.

Tabel 4 17 Nilai input variabel skenario keamanan air terbaik

Skenario Terbaik Model Keamanan Air					
Indikator	Nilai Variabel input	Nilai	Indikator	Nilai Variabel input	Nilai
%Penggunaan Jaringan perpipaan air bersih	1	5	Faktor pencemaran air	0,22%	5
% terhubung ke perpipaan air limbah	85%	5	Penyakit Akibat air %	0%	5
Indeks Kualitas Air	80	4	Kehilangan air %	0%	5
Produktivitas air komersial (USD/m ³)	10	3	Stres air %	19%	5
Kerusakan akibat banjir (juta USD)	0	5	Skor institusi tata kelola air (1–5)	5	5
Proporsi Orang yang tinggal di Permukiman kumuh	1%	5	Public support factor (1–5)	5	5
Faktor Pengolahan air limbah	95%	5	Adaptability factor (1–5)	5	5



Gambar 4 21 Indeks keamanan air Watsat Skenario terbaik

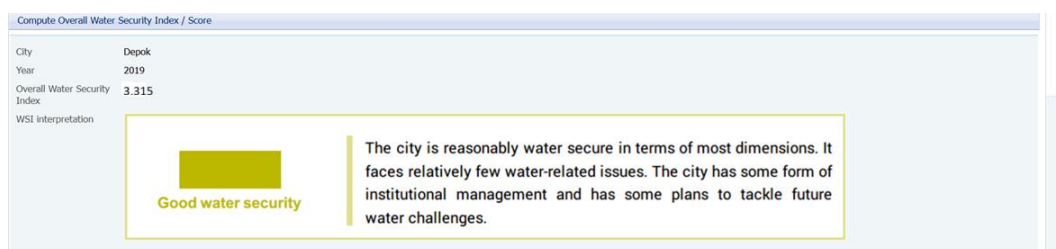
4.4.3 Skenario Terburuk (*Worst Scenario*)

Skenario proyeksi keamanan air terburuk merupakan kebalikan dari model skenario terbaik. Skenario terburuk Kecamatan Depok diproyeksikan turun hingga 3,315 dibandingkan skenario optimum yang sebesar 3,865 sehingga menjadi kategori keamanan air baik. Namun, indeks ini masih diatas dari tahun dasar yang sebesar 3,291. Proyeksi ini menggambarkan tantangan dan hambatan yang dalam pemenuhan strategi dan target pada RPJPD, proyeksi ini juga menggambarkan ancaman terhadap sumber daya air dan kualitas air dimasa depan jika tidak ada intervensi dari Pemerintah Kabupaten Sleman. Penurunan indeks secara signifikan disebabkan faktor kurangnya efektivitas pengelolaan air limbah, ancaman terhadap ketidakpastian perubahan iklim, kurangnya koordinasi kelembagaan pemerintah, kurangnya dukungan terhadap masyarakat, perluasan jaringan air minum dan air limbah belum menjadi prioritas utama pemerintah, pencemaran dari air limbah domestik maupun non domestik terhadap badan air, dan peningkatan rumah tidak layak huni akibat urbanisasi. Selain itu, adanya potensi banjir yang diakibatkannya perubahan tata guna lahan yang mengakibatkan kerugian mendukung penurunan indeks. Skenario ini dapat terjadi apabila variabel penilaian memenuhi pada Tabel

Tabel 4 18 Variabel penilaian keamanan air skenario terburuk

Skenario Terburuk Model Keamanan Air					
Indikator	Nilai Variabel input	Nilai	Indikator	Nilai Variabel input	Nilai
%Penggunaan Jaringan perpipaan air bersih	40%	1	Faktor pencemaran air	2.00%	5

Skenario Terburuk Model Keamanan Air					
Indikator	Nilai Variabel input	Nilai	Indikator	Nilai Variabel input	Nilai
% terhubung ke perpipaan air limbah	35%	1	Penyakit Akibat air %	11.00%	4
Indeks Kualitas Air	55	3	Kehilangan air %	40.00%	4
Produktivitas air komersial (USD/m ³)	6	3	Stres air %	25.00%	5
Kerusakan akibat banjir (juta USD)	1	4	Skor institusi tata kelola air (1–5)	3.8	5
Proporsi Orang yang tinggal di Permukiman kumuh	15%	5	Dukungan Publik (1–5)	3.8	5
Faktor Pengolahan air limbah	50%	3	Faktor adaptasi (1–5)	3.8	5



Gambar 4 22 Indeks keamanan air Watsat skenario terburuk

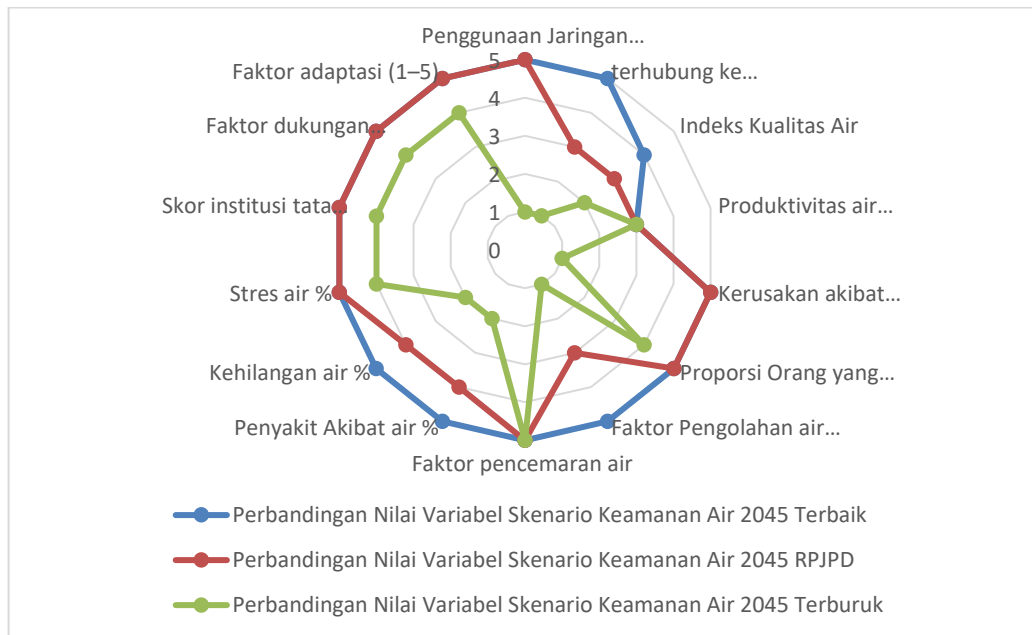
4.4.4 Perbandingan Skenario Proyeksi Keamanan Air

Perbandingan terhadap ketiga skenario sesuai target RPJPD Sleman, terbaik, dan terburuk memberikan referensi mengenai semua kemungkinan yang dapat

terjadi. Skenario ketiga proyeksi ini dapat menjadi gambaran terhadap strategi pemenuhan RPJPD Sleman. Perbandingan terhadap ketiga skenario tahun 2045 dirangkum dalam Tabel 4.19 sebagai berikut.

Tabel 4 19 Perbandingan nilai capaian tiap skenario keamanan air

Perbandingan Nilai Variabel Skenario Keamanan Air 2045				
Indikator	Tahun	Terbaik	RPJPD	Terburuk
Penggunaan Jaringan perpipaan air bersih (%)	2045	100%	100%	40%
terhubung ke perpipaan air limbah (%)	2045	85%	75%	50%
Indeks Kualitas Air	2045	80	75	55
Produktivitas air komersial (USD/m ³)	2045	10	8	6
Kerusakan akibat banjir (juta USD)	2045	30	40	180
Proporsi Orang yang tinggal di Permukiman kumuh	2045	1%	3%	15%
Faktor Pengolahan air limbah	2045	95%	82%	50%
Faktor pencemaran air	2045	0.22%	0.69%	2%
Penyakit Akibat air %	2045	0%	4%	11%
Kehilangan air %	2045	0%	19.28%	40%
Stres air %	2045	19%	20%	25%
Skor institusi tata kelola air (1–5)	2045	5	4.7	3.8
Public support factor (1–5)	2045	5	4.7	3.8
Adaptability factor (1–5)	2045	5	4.8	3.8



Gambar 4 23 Grafik perbandingan tiga skenario proyeksi keamanan air

Pada perbandingan ketiga proyeksi keamanan air bahwa perbedaan indeks keamanan air proyeksi sesuai dengan RPJPD terhadap skenario terburuk memiliki perbedaan yang signifikan, hal ini menunjukkan pentingnya implikasi kebijakan tepat sasaran adapun implikasi kebijakan sesuai strategi dalam RPJPD dijelaskan pada poin berikut.

1. Keterlibatan publik pada keseluruhan proses perencanaan hingga pembangunan masih dinilai belum maksimal. Menurut PemKab Sleman (2024) keterlibatan publik dalam keseluruhan pembangunan pada tahun 2022 mencapai 76,08% . Terdapat beberapa faktor pendorong yang menyebabkan keterlibatan publik rendah salah satunya adalah literasi digital, perencanaan pembangunan, sistem pemerintah, hingga pengelolaan aset yang masih rendah.
2. Belum optimalnya penyediaan infrastruktur dasar
Infrastruktur dasar merupakan salah satu target yang dicapai Indonesia emas 2045. Infrastruktur dasar seperti akses terhadap air bersih, akses sanitasi, ruang terbuka hijau, dan hunian perlu dioptimalkan kembali. Akses terhadap air bersih dan sanitasi yang layak di Kecamatan Depok

sudah mencapai 100%. Namun, rendahnya akses terhadap jaringan perpipaan air bersih dan sanitasi yang aman . Pemerintah berupaya dalam peningkatan akses sanitasi aman dengan optimalisasi IPAL regional Sewon, IPAL permukiman Depok, IPAL komunal, dan IPLT Madurejo. Pada semua infrastruktur IPAL yang masih memiliki kapasitas pengolahan yang tersedia. Sedangkan untuk Sistem Penyediaan Air Minum untuk Kecamatan Depok dilayani oleh PDAM unit Condongcatur, unit Depok, Unit Tirtamarta, dan SPAM Kartamantul.

3. Investasi Terhadap Pembangunan

Investasi menjadi salah satu isu strategis dalam rencana pembangunan, salah satu transformasi ekonomi adalah investasi berkelanjutan. Permasalahan yang dihadapi mengenai investasi masih bergantung terhadap dana pemerintah daripada sumber dana internal , sektor swasta yang masih kurang tertarik investasi pada SPAM, dan dana investasi yang minim untuk perluasan jaringan. Sehingga pemerintah harus membuat skenario pembiayaan non pemerintahan seperti pinjaman hibah dari dalam negeri maupun luar negeri dan pinjaman non-perbankan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan ini merangkum hasil penelitian penilaian keamanan air perkotaan di Kecamatan Depok dengan menyimpulkan sebagai berikut.

1. Tren keamanan air Kecamatan Depok meningkat dari tahun 2019 dengan skor 3,07 dan tahun 2024 dengan skor 3,29. Adanya peningkatan skor keamanan air di antara kedua tahun tersebut namun, level keamanan air (keamanan air baik) tidak mengalami peningkatan.
2. Keamanan air pada model proyeksi tahun 2045 mengalami peningkatan signifikan pada model skenario terbaik dengan skor 4,392 sedangkan model skenario optimum diproyeksikan turun dengan skor 3,865. selain itu, skenario terburuk turun signifikan dengan skor proyeksi sebesar 3,315. Level keamanan air pada dua skenario (terbaik dan optimum) dengan level keamanan air sangat baik sedangkan skenario terburuk menjadi keamanan air baik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan penelitian yang telah disampaikan, berikut saran yang dapat diberikan pada penelitian ini :

Saran terhadap pengembang *Water Security Assessment Tools* (Watsat) dan penelitian *water security* kedepannya.

Kerangka penilaian Watsat sudah cukup baik dalam menilai keamanan air. Namun terdapat ketidakseimbangan penilaian yang mengakibatkan beberapa penilaian krusial tidak ikut dalam penilaian keamanan air perkotaan. Berikut poin-poin saran yang dapat dikembangkan oleh Watsat

1. Efisiensi sistem penyediaan air minum (SPAM)
Efisiensi ini mencakup kebocoran pipa, kapasitas produksi yang menganggur, dan air tidak berpendapatan (NRW). Penilaian ini penting untuk mengukur efektivitas SPAM

2. Tekanan terhadap ketersediaan sumber daya air

Tekanan terhadap ketersediaan air sangat berhubungan erat dengan urbanisasi sehingga penilaian terkait stres air, kelangkaan air, dan indeks eksploitasi berlebihan air tanah. Penilaian ini berkaitan dengan permintaan air terhadap pertumbuhan populasi .

3. Perubahan iklim

Penilaian perubahan iklim perlu dilibatkan dalam penilaian keamanan air, perubahan iklim menyangkut kemungkinan yang terjadi terhadap ketersediaan sumber daya air ataupun bencana berkaitan terkait air dimasa depan sehingga indikator ini dapat menilai kesiapan kota dalam menghadapi perubahan iklim. Indikator ini dapat diukur berdasarkan emisi gas rumah kaca (GRK), curah hujan, dan suhu global.

4. Bencana terkait air

Dalam penilaian Watsat hanya mengukur bencana banjir hal ini kurang merepresentasikan bencana terkait air. Permasalahan bencana perkotaan tidak hanya banjir namun bencana yang ditimbulkan akibat perubahan iklim seperti angin siklon, longsor, dan kekeringan perlu dilibatkan dalam penilaian keamanan air.

Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan lebih banyak data faktual lapangan , penggunaan pemodelan, dan pengurangan asumsi pada penelitian. Adapun rekomendasi penelitian selanjutnya dijelaskan pada poin berikut:

1. Penilaian *water security* berdasarkan produktivitas air seperti penggunaan air terhadap komoditas pertanian, komersil, dan domestik. Perhitungan *water foot print* .
2. Penilaian *water security* pada *water food energy nexus*
3. Penilaian *water security* pada perubahan iklim seperti intensitas hujan, gelombang panas, kebencanaan yang berhubungan terhadap ketersediaan maupun kualitas air.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, F. (2019) 'Uji bakteriologis coliform dan escherichia coli pada air tanah bebas', *Geoscience* [Preprint], (492).
- Alisjahbana, A.S. (2021) *Sustainable Transport, Sustainable Development, Sustainable Transport, Sustainable Development*. Available at: <https://doi.org/10.18356/9789210010788>.
- Alisjahbana, A.Salsiah. and Murniningtyas, Endah. (2018) *Tujuan pembangunan berkelanjutan di Indonesia : konsep, target, dan strategi implementasi*. Unpad Press.
- Ardyansyah, F. (2019) *Evaluasi Kinerja PDAM Sleman Di Bidang Operasi Dan Pelayanan Pada Ibukota Kecamatan Prambanan, Kalasan, Ngemplak, Binomartani, Condongcatur, Dan Depok*. Sleman.
- Asian Development Bank (2020) *Asian Water Development Outlook 2020*: Manila, Philippines. Available at: <https://doi.org/10.22617/SGP200412-2>.
- Athena A., Sukar, S. and Haryono, H. (2004) 'Kandungan Bakteri Total Coli dan Eschere', *Buletin Penelitian Kesehatan*, pp. 135–143.
- Babel, M.S. *et al.* (2022) 'A disaggregated assessment of national water security: An application to the river basins in Thailand', *Journal of Environmental Management*, 321(December 2021), p. 115974. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115974>.
- Babel, M.S., Chapagain, K. and Shinde, V.R. (2023a) 'How to measure urban water security? An introduction to the Water Security Assessment Tool (WATSAT)', *APN Science Bulletin*, 2023(13), pp. 60–75. Available at: <https://doi.org/10.30852/sb.2023.2166>.
- Babel, M.S., Chapagain, K. and Shinde, V.R. (2023b) 'How to measure urban water security? An introduction to the Water Security Assessment Tool (WATSAT)', *APN Science Bulletin*, 2023(13), pp. 60–75. Available at: <https://doi.org/10.30852/sb.2023.2166>.
- Babel, M.S. and Wahid, S.M. (2008) 'Freshwater Under Threat: South Asia Vulnerability Assessment of Freshwater Resources to Environmental

- Change', *United Nation Environment Programme*, pp. 1–29.
- Badan Perencanaan Nasional (2024) *Undang-Undang Nomor 56 Tahun 2024 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional 2025-2045*. Available at: <https://drive.google.com/file/d/1-nKszabAh6J8Nj6ejrCg7NcI5FFs6w00/view> (Accessed: 29 January 2025).
- Boisson, S. and Mills, J.E. (2023) *Acknowledgments gratefully acknowledges its host, the Government of Canada, and ongoing financial support from Global Affairs Canada*. Available at: <http://inweh.unu.edu/publications/>.
- BPBD Sleman (2021) *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kabupaten Sleman Tahun 2021-2025*. Sleman.
- Chidiac, S. *et al.* (2023) 'A comprehensive review of water quality indices (WQIs): history, models, attempts and perspectives', *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*. Springer Science and Business Media B.V., pp. 349–395. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11157-023-09650-7>.
- Dewi., R. *et al.* (2016) *Penentuan Paramter Dan Kurva Sub-Indeks Dalam Penyusunan Indeks Kualitas Air*.
- Direktorat Jendral Cipta Karya PU (1998) *KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL CIPTA KARYA NOMOR 61/KPTS/CK/ 1998 TENTANG PETUNJUK TEKNIS PERENCANAAN, PELAKSANAAN DAN PENGAWASAN PEMBANGUNAN PENGELOLAAN SISTIM PENYEDIAAN AIR MINUM*.
- Direktorat Jendral Cipta Karya (PU) (2018) *Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) BUKU A Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sub-sistem Pelayanan dan Sub-sistem Pengumpulan*.
- Dolan, J. (2010) 'Multi-Criteria Clinical Decision Support A Primer on the Use of Multiple-Criteria Decision-Making Methods to Promote Evidence-Based, Patient-Centered Healthcare', *The patient*, 3, pp. 229–248. Available at: <https://doi.org/10.2165/11539470-000000000-00000>.
- Dukcapil Sleman (2023) *Profil Perkembangan Kependudukan Kabupaten Sleman Tahun 2023*. Sleman.
- Farooq, S. *et al.* (2008) 'Monitoring of Coliforms and chlorine residual in water

- distribution network of Rawalpindi, Pakistan', *Environmental Monitoring and Assessment*, 140(1–3), pp. 339–347. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10661-007-9872-2>.
- Fass, S. *et al.* (1996) 'Fate of Escherichia coli experimentally injected in a drinking water distribution pilot system', *Water Research*, 30(9), pp. 2215–2221. Available at: [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(96\)00100-5](https://doi.org/10.1016/0043-1354(96)00100-5).
- Haq, F.M. (2023) 'Studi Pemetaan Beban Pencemar Air Sungai Gajahwong', pp. 52–55.
- Hendrayana, H., Riyanto, I.A. and Nuha, A. (2020) 'Tingkat Pemanfaatan Airtanah di Cekungan Airtanah (CAT) Yogyakarta-Sleman', *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 4(2), pp. 127–137. Available at: <https://doi.org/10.29408/geodika.v4i2.2643>.
- Hendrayana, U. (2016) '*Best Practices of Sustainable Water Resources Management Based on "Best Practices of Sustainable Water Resources Management Based on Ecohydrology Approach" Ecohydrology Approach*'. Yogyakarta.
- Jensen, O. and Wu, H. (2018) 'Urban water security indicators: Development and pilot', *Environmental Science and Policy*, 83(September 2017), pp. 33–45. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.02.003>.
- 'kecamatan-depok-dalam-angka-2024' (no date).
- Khaira, A. and Dwivedi, R. (2018) 'A State of the Art Review of Analytical Hierarchy Process', *Materials Today: Proceedings*, 5, pp. 4029–4035. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.663>.
- Kinanti Aninda Sarah, Wiwandari, H. (2013) 'Development of Peri-Urban Area: Study on Demographic Perspective and Socio-Economic Conditions of Society.', *Jurnal Teknik PWK*, 2(3), pp. 727–737.
- Kinanti, A.S. and Wiwandari, H. (2013) 'Development of Peri-Urban Area: Study on Demographic Perspective and Socio-Economic Conditions of Society.', *Jurnal Teknik PWK*, 2(3), pp. 727–737. Available at: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/pwk/article/view/2929/3047>.
- Lebu, S. *et al.* (2024) 'Adaptive strategies to enhance water security and resilience

- in low- and middle-income countries: A critical review', *Science of the Total Environment*. Elsevier B.V. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171520>.
- Lorenzo, T.E. and Kinzig, A.P. (2020) 'Double exposures: Future water security across urban southeast asia', *Water (Switzerland)*. MDPI AG. Available at: <https://doi.org/10.3390/w12010116>.
- Maizunati, N.A. and Arifin, M.Z. (2017) 'Pengaruh Perubahan Jumlah Penduduk Terhadap Kualitas Air di Indonesia'.
- Marçal, J. *et al.* (2024) 'Assessing inequalities in urban water security through geospatial analysis', *PLOS Water*, 3(2), p. e0000213. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pwat.0000213>.
- Mukherjee, S., Bebermeier, W. and Schütt, B. (2018) 'An overview of the impacts of land use land cover changes (1980-2014) on urban water security of Kolkata', *Land*. MDPI AG. Available at: <https://doi.org/10.3390/land7030091>.
- Nations, U. (2018) *World Urbanization Prospects, Demographic Research*.
- Nayoni, S.A. (2023) 'Evaluasi Ruang Terbuka Hijau di Kecamatan Depok Kabupaten Sleman'.
- Ossadnik, W., Schinke, S. and Kaspar, R. (2015) 'Group Aggregation Techniques for Analytic Hierarchy Process and Analytic Network Process: A Comparative Analysis', *Group Decision and Negotiation*, 25. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10726-015-9448-4>.
- Parween, S. and Sinha, R.C. (2024) 'An Analytical Hierarchy Process Approach for Prioritization of Objectives and Parameters for an Integrated Urban Water Management', *KSCE Journal of Civil Engineering*, 28(4), pp. 1566–1579. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12205-024-1019-2>.
- Pemerintah Kabupaten Sleman (2023) *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Kabupaten Sleman Tahun 2023*.
- Pemerintah Kabupaten Sleman (2024) *PERATURAN DAERAH KABUPATEN SLEMAN NOMOR 5 TAHUN 2024 TENTANG RENCANA PEMBANGUNAN JANGKA PANJANG DAERAH KABUPATEN SLEMAN*

- TAHUN 2025-2045. Sleman, Indonesia.
- Pemerintah Provinsi DIY (2024) *PERATURAN GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA NOMOR 48 TAHUN 2024 TENTANG KEBIJAKAN DAN STRATEGI DAERAH PENYELENGGARAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA TAHUN 2024 – 2028*.
- Pemerintahan Kabupaten Sleman (2022) *KEPUTUSAN BUPATI SLEMAN NOMOR 33.2/KEP.KDH/A/2022 TENTANG LOKASI PERUMAHAN KUMUH DAN PERMUKIMAN KUMUH DI KABUPATEN SLEMAN*. Indonesia.
- PemKab Sleman (2020) *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman Tahun 2019*. Sleman.
- Pemkab Sleman (2023) *Peraturan Bupati Sleman Nomor 39 Tahun 2023 tentang Rencana Kerja Pemerintahan Daerah Tahun 2024*.
- Penney, D., Yantha, M. and Swatuk, L. (2022) ‘A Megacity’s Hydrological Risk: An Analysis of Water Security Issues in Jakarta City, Indonesia’, in *International Political Economy Series*. Palgrave Macmillan, pp. 81–104. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-031-08108-8_4.
- Saaty, T. (1980) *The analytic hierarchy process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation (Decision Making Series)*. New York: New York ; London : McGraw-Hill International Book Co.
- Saaty, T. (2004) ‘Decision making — the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP)’, *Journal of Systems and Systems Engineering*, 13, pp. 1–35. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11518-006-0151-5>.
- Srisuwan, A. (2024) ‘Urban water security in multidisciplinary practices: A case of Lamphun Municipality, Thailand’, *Journal of Urban Management*, 13(3), pp. 456–468. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jum.2024.06.002>.
- Surya, B. *et al.* (2022) ‘Decline in Environmental Quality and Spatial Dynamics of New City Area Development Metropolitan Mamminasata , South Sulawesi , Indonesia’.
- UN Habitat (2021) *Applying the Degree of Urbanisation A METHODOLOGICAL MANUAL TO DEFINE CITIES, TOWNS AND RURAL AREAS FOR*

INTERNATIONAL COMPARISONS. Available at:
<https://doi.org/10.2785/706535>.

UN Water (2024) ‘Level of Water Stress: Fresh Water Withdrawal by All Economic Activities Compare to Renewable Freshwater Source’.

UNESCO-WWAP (2013) *Water security & the global water agenda : a UN-water analytical brief*. United Nations University.

Xiao, Sc., Li, Jx., Xiao, H. (2007) ‘Comprehensive assessment of water security for inland watersheds in the Hexi Corridor, Northwest China’, *Enviromental Geology*, 55, pp. 369–376. Available at:
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00254-007-0982-5>.

Zhu, D. and Chang, Y.J. (2020a) ‘Urban water security assessment in the context of sustainability and urban water management transitions: An empirical study in Shanghai’, *Journal of Cleaner Production*, 275, p. 122968. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122968>.

Zhu, D. and Chang, Y.J. (2020b) ‘Urban water security assessment in the context of sustainability and urban water management transitions: An empirical study in Shanghai’, *Journal of Cleaner Production*, 275, p. 122968. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122968>.

Zyoud, S. and Fuchs-Hanusch, D. (2017) “‘A bibliometric-based survey on AHP and TOPSIS techniques’”, *Expert Systems with Applications*, 78. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.02.016>.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Proyeksi Volume Air Limbah Domestik

Skenario Optimum											
Proyeksi Volume air limbah domestik dan non domestik											
Tahun	Jumlah Jiwa Kecamatan Depok	Jumlah Kepala Keluarga Kecamatan Depok (KK)	Persentase Layanan	Layanan IPAL	Volume air limbah SPALD (m3/hari)	Persentase KK penggunaan Tangki Septic	KK pengguna tangki septic	Volume air Tidak terolah (m3/hari)	Volume air limbah non domestik (M3/hari)	Asumsi 70% terolah	Asumsi 30% Tidak terolah
	Jiwa	KK	%	SR	m3/hari	%	KK	m3/hari	m3/hari	m3/hari	m3/hari
2019	122,305.00	30,576	15%	4,698.00	2,577.51	85%	25,878	14,197.84	3,762.82	2,633.98	1,128.85
2020	123,669.00	30,917	18%	5,578.44	3,060.56	82%	25,339	13,901.88	3,804.79	2,663.35	1,141.44
2021	123,872.00	30,968	21%	6,417.01	3,520.63	79%	24,551	13,469.66	3,811.03	2,667.72	1,143.31
2022	124,565.00	31,141	23%	7,286.96	3,997.92	77%	23,854	13,087.42	3,832.35	2,682.65	1,149.71
2023	125,783.00	31,446	26%	8,200.41	4,499.07	74%	23,245	12,753.32	3,869.83	2,708.88	1,160.95

Skenario Optimum

Proyeksi Volume air limbah domestik dan non domestik

Tahun	Jumlah Jiwa Kecamatan Depok	Jumlah Kepala Keluarga Kecamatan Depok (KK)	Persentase Layanan	Layanan IPAL	Volume air limbah SPALD (m3/hari)	Persentase KK penggunaan Tangki Septic	KK pengguna tangki septic	Volume air Tidak terolah (m3/hari)	Volume air limbah non domestik (M3/hari)	Asumsi 70% terolah	Asumsi 30% Tidak terolah
	Jiwa	KK	%	SR	m3/hari	%	KK	m3/hari	m3/hari	m3/hari	m3/hari
2024	127,111.00	31,778	29%	9,138.09	5,013.52	71%	22,640	12,421.03	3,910.68	2,737.48	1,173.20
2025	128,105.89	32,026	31%	10,067.37	5,523.36	69%	21,959	12,047.64	3,941.29	2,758.90	1,182.39
2026	129,108.56	32,277	34%	11,010.63	6,040.87	66%	21,267	11,667.66	3,972.14	2,780.50	1,191.64
2027	130,119.08	32,530	37%	11,968.05	6,566.15	63%	20,562	11,280.98	4,003.23	2,802.26	1,200.97
2028	131,137.51	32,784	39%	12,939.78	7,099.28	61%	19,845	10,887.54	4,034.56	2,824.19	1,210.37
2029	132,163.91	33,041	42%	13,925.98	7,640.35	58%	19,115	10,487.25	4,066.14	2,846.30	1,219.84

Skenario Optimum

Proyeksi Volume air limbah domestik dan non domestik

Tahun	Jumlah Jiwa Kecamatan Depok	Jumlah Kepala Keluarga Kecamatan Depok (KK)	Persentase Layanan	Layanan IPAL	Volume air limbah SPALD (m3/hari)	Persentase KK penggunaan Tangki Septic	KK pengguna tangki septic	Volume air Tidak terolah (m3/hari)	Volume air limbah non domestik (M3/hari)	Asumsi 70% terolah	Asumsi 30% Tidak terolah
	Jiwa	KK	%	SR	m3/hari	%	KK	m3/hari	m3/hari	m3/hari	m3/hari
2030	133,198.35	33,300	45%	14,926.83	8,189.46	55%	18,373	10,080.03	4,097.97	2,868.58	1,229.39
2031	134,240.88	33,560	48%	15,942.50	8,746.69	52%	17,618	9,665.79	4,130.04	2,891.03	1,239.01
2032	135,291.57	33,823	50%	16,973.15	9,312.15	50%	16,850	9,244.44	4,162.37	2,913.66	1,248.71
2033	136,350.49	34,088	53%	18,018.96	9,885.92	47%	16,069	8,815.91	4,194.94	2,936.46	1,258.48
2034	137,417.69	34,354	56%	19,080.10	10,468.10	44%	15,274	8,380.11	4,227.78	2,959.44	1,268.33
2035	138,493.25	34,623	58%	20,156.74	11,058.79	42%	14,467	7,936.94	4,260.87	2,982.61	1,278.26

Skenario Optimum

Proyeksi Volume air limbah domestik dan non domestik

Tahun	Jumlah Jiwa Kecamatan Depok	Jumlah Kepala Keluarga Kecamatan Depok (KK)	Persentase Layanan	Layanan IPAL	Volume air limbah SPALD (m3/hari)	Persentase KK penggunaan Tangki Septic	KK pengguna tangki septic	Volume air Tidak terolah (m3/hari)	Volume air limbah non domestik (M3/hari)	Asumsi 70% terolah	Asumsi 30% Tidak terolah
	Jiwa	KK	%	SR	m3/hari	%	KK	m3/hari	m3/hari	m3/hari	m3/hari
2036	139,577	34,894	61%	21.249	11,658.09	39%	13,645	7,486.32	4,294.22	3,005.95	1,288.27
2037	140,669	35,167	64%	22,357	12,266.09	36%	12,810	7,028.16	4,327.83	3,029.48	1,298.35
2038	141,770	35,443	66%	23,481	12,882.89	34%	11,961	6,562.37	4,361.70	3,053.19	1,308.51
2039	142,880	35,720	69%	24,621	13,508.60	31%	11,098	6,088.86	4,395.84	3,077.09	1,318.75
2040	143,998	36,000	72%	25,778	14,143.31	28%	10,221	5,607.54	4,430.25	3,101.17	1,329.07
2041	145,125	36,281	74%	26,952	14,787.13	26%	9,329	5,118.31	4,464.92	3,125.44	1,339.48
2042	146,261	36,565	77%	28,142	15,440.17	23%	8,423	4,621.07	4,499.87	3,149.91	1,349.96
2043	147,406	36,852	80%	29,349	16,102.52	20%	7,502	4,115.74	4,535.09	3,174.56	1,360.53

Skenario Optimum											
Proyeksi Volume air limbah domestik dan non domestik											
Tahun	Jumlah Jiwa Kecamatan Depok	Jumlah Kepala Keluarga Kecamatan Depok (KK)	Persentase Layanan	Layanan IPAL	Volume air limbah SPALD (m3/hari)	Persentase KK penggunaan Tangki Septic	KK pengguna tangki septic	Volume air Tidak terolah (m3/hari)	Volume air limbah non domestik (M3/hari)	Asumsi 70% terolah	Asumsi 30% Tidak terolah
	Jiwa	KK	%	SR	m3/hari	%	KK	m3/hari	m3/hari	m3/hari	m3/hari
2044	148,560.09	37,140	82%	30,574.31	16,774.29	18%	6,566	3,602.21	4,570.58	3,199.41	1,371.17
2045	149,722.86	37,431	85%	31,816.11	17,455.59	15%	5,615	3,080.40	4,606.36	3,224.45	1,381.91

Lampiran 2 Proyeksi kapasitas produksi IPA

Tahun	faktor jam puncak	Faktor Harian Maksimum	Kapasitas IPA Depok			Kapasitas Eksisting IPA Depok Kregan 2018	Kapasitas IPA Tirtamarta Kota Yogyakarta
			m3/detik	M3/hari	M3/tahun		
2019	1.5	1.3					
2024			0.13	11,456	4,181,349	1,417,191.84	2,207,520.00

Tahun	faktor jam puncak	Faktor Harian Maksimum	Kapasitas IPA Depok			Kapasitas Eksisting IPA Depok Kregan 2018	Kapasitas IPA Tirtamarta Kota Yogyakarta
			m3/detik	M3/hari	M3/tahun	m3/tahun	m3/tahun
2025			0.15	12,578	4,590,964.42	1,417,191.84	2,207,520.00
2026			0.16	13,700	5,000,606.94	1,417,191.84	2,207,520.00
2027			0.17	14,823	5,410,480.79	1,417,191.84	2,207,520.00
2028			0.18	15,948	5,821,138.59	1,417,191.84	2,207,520.00
2029			0.20	17,211	6,281,867.07	1,417,191.84	2,207,520.00
2030			0.21	18,489	6,748,548.13	1,417,191.84	2,207,520.00
2031			0.23	19,784	7,221,239.66	1,417,191.84	2,207,520.00
2032			0.24	21,096	7,700,000.05	1,417,191.84	2,207,520.00
2033			0.26	22,424	8,184,888.14	1,417,191.84	2,207,520.00
2034			0.28	23,770	8,675,963.30	1,417,191.84	2,207,520.00
2035			0.29	25,132	9,173,285.39	1,417,191.84	2,207,520.00
2036			0.31	26,512	9,676,914.77	1,417,191.84	2,207,520.00
2037			0.32	27,909	10,186,912.28	1,417,191.84	2,207,520.00
2038			0.34	29,324	10,703,339.31	1,417,191.84	2,207,520.00
2039			0.36	30,757	11,226,257.73	1,417,191.84	2,207,520.00
2040			0.37	32,207	11,755,729.95	1,417,191.84	2,207,520.00
2041			0.39	33,676	12,291,818.87	1,417,191.84	2,207,520.00
2042			0.41	35,163	12,834,587.95	1,417,191.84	2,207,520.00
2043			0.42	36,669	13,384,101.14	1,417,191.84	2,207,520.00
2044			0.44	38,193	13,940,422.94	1,417,191.84	2,207,520.00

Tahun	faktor jam puncak	Faktor Harian Maksimum	Kapasitas IPA Depok			Kapasitas Eksisting IPA Depok Kregan 2018	Kapasitas IPA Tirtamarta Kota Yogyakarta
			m3/detik	M3/hari	M3/tahun	m3/tahun	m3/tahun
2045			0.46	39,804	14,528,433.90	1,417,191.84	2,207,520.00

Lampiran 3 Kualitas Air Jaringan Distribusi Unit Depok

DATA OBSERVASI KUALITAS AIR JARINGAN PDAM UNIT DEPOK TAHUN 2024						
No	Alamat	Kekeruhan	E. Coli	Total Bakteri Coliform	Sisa Chlor	pH
1	Jl. Wijaya Kusuma, Condongcatur, Depok, Sleman (Unit Condongcatur)	≤3	0	0	0.41	0
2	Perum Taman Cemara, Maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	0.30	0	0	0.32	0
3	Perum Casa Grande, Maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	0.38	0	0	0.28	0
4	Perum Casa Grande, maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	0.72	0	0	0.23	0
5	Perum Casa Grande, Maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	1.19	0	0	0.36	0
6	Perum Casa Grande, Maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	0.14	0	0	0.42	0
7	Perum Deppen, Caturtunggal, Depok, Sleman (Unit Depok)	0.21	0	0	0.27	0
8	Perum Deppen, Caturtunggal, Depok, Sleman (Unit Depok)	2.07	0	0	0.25	0
9	Perum Casa Grande 222, Maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	2.69	0	0	0.29	0
10	Perum Casa Grande 438, Maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	1.62	0	0	0.3	0
11	Casa Grande 135, Maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	1.65	0	0	0.4	6.76
12	Casa Grande 323, Maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	2.51	0	0	0.38	6.89

DATA OBSERVASI KUALITAS AIR JARINGAN PDAM UNIT DEPOK TAHUN 2024						
No	Alamat	Kekeruhan	E. Coli	Total Bakteri Coliform	Sisa Chlor	pH
13	Perum Deppen STN 1/27, Caturtunggal, Depok, Sleman (Unit Depok)	2.33	0	0	0.23	0
14	Perum Deppen STN 2/48, Caturtunggal, Depok, Sleman (Unit Depok)	1.45	0	0	0.2	0
15	Ngropoh STN, Condongcatur, Depok, Sleman (Unit Depok)	1.47	0	0	0.39	0
16	Gorongan, Condongcatur, Depok, Sleman (Unit Depok)	1.04	0	0	0.42	0
17	Perum Casa Grande, Maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	0.96	0	0	0.27	0
18	Perum Casa Grande, Maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	0.19	0	0	0.32	0
19	Perum Casa Grande, Maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	2.4	0	0	0.48	0
20	Perum Casa Grande, Maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	0.81	0	0	0.34	0
21	Mrican 29, Caturtunggal, Depok, Sleman (Unit Depok)	0.95	0	0	0.29	0
22	Karangmalang C-5, Caturtunggal, Depok, Sleman (Unit Depok)	0.39	0	0	0.26	0
23	Perum Casa Bella, Jenengan, Maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	0.4	0	0	0.29	7.26
24	Perum Casa Bella, Jenengan, Maguwoharjo, Depok, Sleman (Unit Depok)	0.14	0	0	0.32	7.36

DATA OBSERVASI KUALITAS AIR JARINGAN PDAM UNIT DEPOK TAHUN 2019					
Alamat	pH	Sisa klor	Kekeruhan	Suhu	Total coli
Perum Deppen No. 36 Seturan, Caturtunggal, Depok	7.22	0.42	2.23	22	0
Taman Cemara Blok G-1 RT 14/71 Kraden	7.31	0.44	0.86	22	0

DATA OBSERVASI KUALITAS AIR JARINGAN PDAM UNIT DEPOK TAHUN 2019					
Alamat	pH	Sisa klor	Kekeruhan	Suhu	Total coli
Perum Taman Cemara Blok H-1, Krodan, Maguwoharjo	7.15	0.11	1.73	22	0
Perum Deppen No. 33, Jl. Sambung Rasa 1, Kledokan	7.06	0.47	1.34	22	0
Perum Casabela Blok A2, Jenengan, Maguwoharjo, Depok	7.41	0.41	3.79	23	0
Perum APH Blok A3, Seturan, Kledokan, Condongcatur, Depok	7.14	0.12	0.81	23	0
Jl.Seturan I /225 Caturtunggal Depok Sleman	8.37	0.84	1.47	22	0
Jl.Seturan I Caturtunggal Depok Sleman	8.23	0.73	1.24	22	0
Pugeran, Maguwoharjo, Sleman	7.24	< 0.01	2.34	20	0
Ruko Raflesia Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman	7.24	< 0.01	2.33	20	0
Perum Taman Cemara Blok A5, Maguwoharjo, Depok	7.26	1.91	0.73	22	0
Pugeran, Maguwoharjo, Depok, Sleman	7.24	0.22	1.32	22	0
Nanggulan Maguwoharjo Depok Sleman	7.33	0.08	1.84	23	0

DATA OBSERVASI KUALITAS AIR JARINGAN PDAM UNIT DEPOK TAHUN 2019					
Alamat	pH	Sisa klor	Kekeruhan	Suhu	Total coli
Nanggulan Maguwoharjo Depok Sleman	7.24	0.07	2.21	23	0
Perum Taman Cemara H3 Maguwoharjo Depok Sleman	7.33	0.36	0.34	23	0
Perum Taman Cemara F18 Maguwoharjo Depok Sleman	7.2	0.36	0.49	23	0
Perum Deppen No. 137 Caturtunggal Depok Sleman	7.46	0.21	1.95	21	0
Perum Taman Cemara H3 Maguwoharjo Depok Sleman	7.38	0.47	1.19	21	0
Perum Taman Cemara E6, Maguwoharjo, Depok, Sleman	7.62	0.21	2.92	22	0
Perum Taman Cemara A2, Maguwoharjo, Depok, Sleman	7.63	0.20	3.16	22	0
Perum Taman Cemara A-2, Maguwoharjo, Depok, Sleman	7.36	0.40	1.98	22.6	0
Perum Taman Cemara F-18, Maguwoharjo, Depok, Sleman	7.32	0.39	1.44	22.2	0
Perum Deppen, Caturtunggal, Depok, Sleman	7.29	0.57	1.56	22.1	0

DATA OBSERVASI KUALITAS AIR JARINGAN PDAM UNIT DEPOK TAHUN 2019					
Alamat	pH	Sisa klor	Kekeruhan	Suhu	Total coli
Perum Deppen, Catuertunggal, Depok, Sleman	7.34	0.60	2.17	22.0	0

Lampiran 4 Hasil Observasi Kualitas Air Tambakboyong

DATA KUALITAS AIR 2019

Daerah aliran sungai	: Opak	Elevasi Pos Pengamatan	:
Wilayah sungai	: Progo Opak Serang	Pelaksana	: BBWS-SO
Propinsi	: D.I.Yogyakarta	Laboratorium Penguji	: Lab. Hidrologi dan Kualitas Air
Kec / Kab	: Depok, Sleman		Fak. Geografi UGM

Baku Mutu Berdasarkan			PP No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air			Kriteria Mutu Air
Sungai			Gajah Wong			Berdasarkan Kelas Air
Lokasi Titik Pengamatan (Desa)			Papringan			
(Posisi Geografis - Lintang - Bujur)			LS 7° 46' 49,8" / BT 110° 23' 51,5"			Kelas Air II
Pengambilan			I	II	III	
Tanggal			20 Maret 2019	31 Juli 2019	19 November 2019	
Jam			10.24	09.15	14.23	
Parameter		Satuan				
1	Temperatur	0C	27.63	26.28	30.83	deviasi 3
2	DHL	mS/cm	0.284	0.373	0.429	-
3	Zat Terlarut / TDS	g/L	0.185	0.242	0.279	1000
4	Salinity	%				
5	Kekeruhan (Turbidity)	NTU	2.8	4.34	355	-
6	pH	-	5.16	6.91	6.82	6 - 9
9	Oksigen Terlarut (DO)	mg/L	10.92	4.9	2.71	> 6
10	COD	mg/L	2.98	5.06	52.7	25
11	BOD	mg/L	2.04	6.53	8.75	3
12	Clorida (Cl)	mg/L				
13	Nitrat (NO3)	mg/L	10.3	16.1	0.63	10
14	Nitrit (NO2)	mg/L				
15	Sulfat (SO4)	mg/L	39	38.4	39.9	-
16	Besi Terlarut (Fe)	mg/L	<0,001	<0.01	<0,01	-
18	Total Coli	koloni/100 ml				
19	Zat Tersuspensi / TSS	mg/L	18.2	30.1	406.6	50
39	Total Phospat	mg/L	0.44	0.82	1.48	0.2
42	Amoniak (NH3-N)	mg/L	0.01	0.4	0.03	-
43	Deterjen sebagai MBAS	µg/L	150	<2	6	200

Data Fisik Pengamatan

1	Pengukuran Debit					
2	Cuaca		Cerah	Cerah	Cerah	
3	Bahan Hanyutan		Sedikit	Banyak	Banyak	

4	Warna		Bening	Hijau	Hijau	
5	Kekeruhan		Jernih	Cukup	Keruh	
6	Sediment		Banyak	Tidak ada	Banyak	
7	Bau		Sedikit bau	Busuk	Busuk	
8	Kotoran Minyak		Tidak ada	Tidak ada	Ada	
9	Lumut		Ada	Tidak ada	Ada	
10	Vegetasi		Ada	Tidak ada	Tidak ada	

DATA KUALITAS AIR Gajah Wong Tahun 2023

Daerah aliran sungai : Opak Elevasi Pos Pengamatan :
Wilayah sungai : Progo Opak Serang Pelaksana : BBWS-SO
Propinsi : D.I.Yogyakarta Laboratorium Penguji : Lab. BBTKLPP Yogyakarta
Kec / Kab : Depok / Sleman

Baku Mutu Berdasarkan			PP No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup				Kriteria Mutu Air
Sungai			Gajah Wong				Berdasarkan Kelas Air
Lokasi Titik Pengamatan (Desa)/Kode			Papringan / O6				
(Posisi Geografis - Lintang - Bujur)			LS 7° 46' 49,6" / BT 110° 23' 51,7"				Kelas Air II
Pengambilan			I	II	III	IV	
Tanggal			10. Maret 2023	26 Mei 2023			
Jam			14.03 WIB	14.00 WIB			
Parameter	Satuan						
1	Temperatur	0C	28.72	29.45			deviasi 3
2	DHL	mS/cm	0.301	0.418			-
3	Zat Terlarut / TDS	mg/L	196	272			1000
4	Salinity	%					
5	Kekeruhan (Turbidity)	NTU	122	19.30			-
6	pH	-	7.71	7.76			6 - 9
7	Alkalinity	mg/L CaCO ₃					
8	Acidity	mg/L CO ₂					
9	Oksigen Terlarut (DO)	mg/L	8.29	10.1			> 4
10	COD	mg/L	20.6	11.3			25
11	BOD	mg/L	1.5	2.3			3
12	Clorida (Cl)	mg/L					
13	Nitrat (NO ₃)	mg/L	3.04	4.79			10
14	Nitrit (NO ₂)	mg/L					
15	Sulfat (SO ₄)	mg/L	34	64			300
16	Besi Terlarut (Fe)	mg/L	0.1320	0.1765			-
19	Zat Tersuspensi / TSS	mg/L	7	2			50

20	Kesadahan	mg/L					
39	Total Phospat	mg/L	0.454	0.746			0.2
42	Amoniak (NH ₃ -N)	mg/L	<0.0130	<0.0130			0.2
43	Deterjen sebagai MBAS	µg/L	44.1	103.1			200

Data Fisik Pengamatan

1	Pengukuran Debit						
2	Cuaca		Cerah	Cerah			
3	Bahan Hanyutan		Tidak Ada	Sedikit			
4	Warna		Bening	Coklat			
5	Kekeruhan		Jernih	Jernih			
6	Sediment		Tidak Ada	Banyak			
7	Bau		Tidak Bau	Sedikit Bau			
8	Kotoran Minyak		Tidak Ada	Tidak Ada			
9	Lumut		Tidak Ada	Ada			
10	Vegetasi		Tidak Ada	Tidak Ada			
11	Keadaan Sungai			Banyak sampah di tepi sungai dan berbau busuk			

Lampiran 5 Indeks Kualitas Air Embung Tambakboyo dan Sungai Gajahwong

Embung Tambakboyo 2019							
No	Parameter	Unit	Hasil pengukuran	Bobot	Baku Mutu	Qi	IKA
1	DO	mg/L	3.91	0.14	6	28.58	4.00
2	Fecal coliform	Cfu/100ml	49	0.11	100	40.47	4.45
3	pH	mg/L	10.2	0.12	8.5	32.77	3.931
4	BOD	mg/L	8.78	0.11	2.00	146.49	16.11
5	COD	mg/l	10.1	0.11	27.00	84.34	9.278
6	Total pospat	mg/L	0.09	0.08	0.01	97.871	7.83
7	Nitrat (No ₂)	mg/L	3.31	0.08	10.00	92.61	7.40
8	TSS	mg/L	31	0.09	50.00	100.07	9.00
9	TDS	mg/L	0.266	0.07	1000	99.99	6.99
10	Amoniak (Nh ₃)	mg/L	0.02	0.09	0.05	96.25	8.66
Total				1			77.68

Embung Tambakboyo 2024							
No	Parameter	Unit	Hasil pengukuran	Bobot	Baku Mutu	Qi	IKA

1	DO	mg/L	1.3	0.14	6	12.68	1.77
2	Fecal coliform	Cfu/100ml	46000	0.11	100	15.81	1.73
3	pH	mg/L	7.5	0.12	8.5	94.75	11.37
4	BOD	mg/L	9.9	0.11	2.00	225.40	24.79
5	COD	mg/l	19.1	0.11	27.00	76.24	8.38
6	Total pospat	mg/L	0.123	0.08	0.01	97.10	7.76
7	Nitrat (No2)	mg/L	1.87	0.08	10.00	95.77	7.66
8	TSS	mg/L	2	0.09	50.00	100.58	9.05
9	TDS	mg/L	246	0.07	1000	95.04	6.65
10	Amoniak (Nh3)	mg/L	0.013	0.09	0.05	97.65	8.78
Total				1			87.99

Sungai Gajahwong 2019							
No	Parameter	Unit	Hasil pengukuran	Bobot	Baku Mutu	Qi	IKA
1	DO	mg/L	2.71	0.14	6	34.52	4.83
2	Fecal coliform	Cfu/100ml	43000	0.11	100	16.42	1.81
3	pH	mg/L	6.82	0.12	8.5	97.25	11.67
4	BOD	mg/L	8.75	0.11	2.00	144.81	15.93
5	COD	mg/l	2.71	0.11	27.00	91.32	10.05
6	Total pospat	mg/L	1.48	0.08	0.01	70.07	5.61
7	Nitrat (No2)	mg/L	0.63	0.08	10.00	98.56	7.88
8	TSS	mg/L	30.1	0.09	50.00	80.65	7.26
9	TDS	mg/L	0.279	0.07	1000	99.99	7.00
10	Amoniak (Nh3)	mg/L	0.03	0.09	0.05	93.95	8.46
Total				1			80.48

Sungai Gajahwong 2024							
No	Parameter	Unit	Hasil pengukuran	Bobot	Baku Mutu	Qi	IKA
1	DO	mg/L	7	0.14	4	91.83	12.85
2	Fecal coliform	Cfu/100ml	280000	0.11	1000	7.06	0.77
3	pH	mg/L	6.21	0.12	6--9	90.48	10.85
4	BOD	mg/L	3	0.11	3.00	79.72	8.76
5	COD	mg/l	9	0.11	25.00	85.36	9.39

Sungai Gajahwong 2024							
No	Parameter	Unit	Hasil pengukuran	Bobot	Baku Mutu	Qi	IKA
6	Total pospat	mg/L	0.36	0.08	0.03	91.76	7.34
7	Nitrat (No2)	mg/L	3.31	0.08	10.00	92.61	7.40
8	TSS	mg/L	3	0.09	50.00	100.56	9.05
9	TDS	mg/L	0.384	0.07	1000	99.99	6.99
10	Amoniak (Nh3)	mg/L	0.008	0.09	0.05	98.58	8.87
Total				1			82.32

Lampiran 6 Regresi Linear Parameter Indeks Kualitas Air

No	Parameter	Persamaan Regresi	Koefisien Determinasi
1	DO	$Y1 = -0.3525x^3 + 3.5267x^2 + 5.7687x$ $Y_1 = -0.3525x^3 + 3.5267x^2 + 5.7687x$	$R^2 = 0.9995$
		$Y2 = -5.1069x^2 + 76.185x - 191.22$ $Y_2 = -5.1069x^2 + 76.185x - 191.22$	$R^2 = 1$
2	pH	$Y1 = -0.5101x^3 + 7.4939x^2 - 14.887x + 10.573$ $Y_1 = -0.5101x^3 + 7.4939x^2 - 14.887x + 10.573$	$R^2 = 0.9978$
		$Y2 = 1.4372x^3 - 40.947x^2 + 361.49x - 919.47$ $Y_2 = 1.4372x^3 - 40.947x^2 + 361.49x - 919.47$	$R^2 = 0.9981$
3	COD	$Y1 = -2E-05x^3 + 0.0077x^2 - 1.3838x + 101.52$ $Y_1 = -2E-05x^3 + 0.0077x^2 - 1.3838x + 101.52$	$R^2 = 0.996$
		$Y2 = 0.0027x^2 - 0.9787x + 93.957$ $Y_2 = 0.0027x^2 - 0.9787x + 93.957$	$R^2 = 1$
4	BOD ₅	$Y1 = 0.6516x^3 - 5.5904x^2 + 4.1489x + 100$ $Y_1 = 0.6516x^3 - 5.5904x^2 + 4.1489x + 100$	$R^2 = 1$
		$Y2 = 0.0385x^2 - 3.3452x + 78.825$ $Y_2 = 0.0385x^2 - 3.3452x + 78.825$	$R^2 = 0.999$
5	Fecal Coliforms	$Y1 = -1.2147x + 100$ $Y_1 = -1.2147x + 100$	$R^2 = 1$
		$Y2 = -0.1377x + 89.23$ $Y_2 = -0.1377x + 89.23$	$R^2 = 1$

No	Parameter	Persamaan Regresi	Koefisien Determinasi
		$Y_3 = -0.0329x + 78.746$ $Y_3 = -0.0329x + 78.746$	$R^2 = 1$
		$Y_4 = -0.0251x + 74.838$ $Y_4 = -0.0251x + 74.838$	$R^2 = 1$
		$Y_5 = -0.004x + 53.79$ $Y_5 = -0.004x + 53.79$	$R^2 = 1$
		$Y_6 = -0.0022x + 44.5$ $Y_6 = -0.0022x + 44.5$	$R^2 = 1$
		$Y_7 = -0.0002x + 25.015$ $Y_7 = -0.0002x + 25.015$	$R^2 = 1$
		$Y_8 = -0.0001x + 18.721$ $Y_8 = -0.0001x + 18.721$	$R^2 = 1$
		$Y_9 = -5E-06x + 8.4622$ $Y_9 = -5E-06x + 8.4622$	$R^2 = 1$
6	TSS	$Y_1 = -3E-07x^3 + 0.0004x^2 - 0.2766x + 100.64$ $Y_1 = -3E-07x^3 + 0.0004x^2 - 0.2766x + 100.64$	$R^2 = 0.9992$
		$Y_2 = -0.1426x + 84.945$ $Y_2 = -0.1426x + 84.945$	$R^2 = 0.9943$
7	NH ₃ -N	$Y = -1218x^5 + 3365.9x^4 - 3110.5x^3 + 1042.1x^2 - 176.82x + 100$ $Y = -1218x^5 + 3365.9x^4 - 3110.5x^3 + 1042.1x^2 - 176.82x + 100$	$R^2 = 0.9987$
8	NO ₃ -N	$Y = 3E-07x^4 - 0.0001x^3 + 0.0204x^2 - 2.2971x + 100$ $Y = 3E-07x^4 - 0.0001x^3 + 0.0204x^2 - 2.2971x + 100$	$R^2 = 0.9994$
9	T-Pospat	$Y = -0.142x^3 + 2.6418x^2 - 23.819x + 100$ $Y = -0.142x^3 + 2.6418x^2 - 23.819x + 100$	$R^2 = 0.9968$
10	TDS	$Y = 8E-10x^3 - 4E-06x^2 - 0.0192x + 100$ $Y = 8E-10x^3 - 4E-06x^2 - 0.0192x + 100$	$R^2 = 0.9994$

Lampiran 7 Kuesioner Tata Kelola Air Kecamatan Depok

Kuisisioner Penelitian Tata Kelola Air

1. Informasi Responden

Nama : ~~XXXXXXXXXX~~ M. Taufan Khawasi
 Jabatan/posisi : Staf Pemang
 Instansi : Kabupaten Cakrawala
 Kontak :

2. Pertanyaan dengan Jawaban Iya/Tidak

Variabel	Pertanyaan	IYA	TIDAK
		1	0
Faktor institusi	Apakah opini publik diikut sertakan dalam pengembangan rencana terkait air untuk kota ?	☒	☐
	Apakah ada ketentuan publik untuk memberikan keluhan mereka?	☒	☐
	Apakah ada mekanisme resmi untuk memantau air non pendapatan (NRW)?	☒	☐
	Apakah ada insentif pada pengelolaan air yang bijaksana?	☒	☐
	Apakah pemerintah berkoordinasi terhadap organisasi air lainnya dalam mengembangkan rencana tabunan atau dalam jangka panjang ?	☒	☐
Dukungan masyarakat	Apakah warga terlibat dalam pengelolaan air melalui mekanisme apapun?	☒	☐
	Dari total yang harus dibayarkan untuk biaya air apakah 80% diterima setiap bulannya?	☒	☐
	Apakah warga umum mematuhi peraturan mengenai pencurian/kecurangan terhadap air? (secara umum dapat dianggap 80-90% dari jumlah populasi)	☒	☐
	Apakah warga secara umum mematuhi peraturan yang ditetapkan dalam pengambilan air tanah secara tidak sah? (secara umum dapat dianggap 80-90% dari jumlah populasi)	☒	☐
	Apakah warga secara umum mematuhi peraturan yang ditetapkan dalam pencemaran air secara ilegal ? (secara umum dapat dianggap 80-90% dari jumlah populasi)	☒	☐
Potensi beradaptasi terhadap	Apakah kota ini melakukan daur ulang dan menggunakan kembali air ?	☒	☐
	Apakah ada basis data terpusat untuk informasi terkait air ?	☒	☐

Variabel	Pertanyaan	IYA	TIDAK
		1	0
perubahan dimasa depan	Apakah ada sistem untuk memperkirakan ketersediaan dan kualitas air?	☒	☐
	Apakah ada faktor pendorong perubahan dimasa depan seperti perubahan iklim dipertimbangkan dalam mengembangkan rencana induk kota jangka panjang ?	☒	☐
	Apakah ada mekanisme staf organisasi meningkatkan pengetahuan mengenai air ?	☒	☐

3. Pertanyaan Berdasarkan OECD Water Governance Indicator Framework

Pertanyaan terdiri dari 36 pertanyaan dengan 12 indikator OECD yang ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Skala penilaian:	
Skor	Keterangan
0	Tidak Relevan
1	Tidak ada
2	Dalam Proses Perencanaan
3	Sudah ada tetapi belum diterapkan
4	Sudah ada dan sebagian diterapkan
5	Sudah berjalan baik

Pertanyaan	Skor	Prinsip OECD
Apakah wilayah Anda memiliki hukum, kebijakan, atau strategi pengelolaan air yang jelas dan terintegrasi?	5	Perin dan Tanggung Jawan Jelas
Apakah instansi Anda memiliki mandat yang jelas dalam urusan air?	4	
Apakah pernah dilakukan evaluasi peran dan fungsi lembaga dalam mengelola air?	4	
Apakah pengambilan keputusan air dilakukan di tingkat yang paling tepat (lokal, regional, nasional)?	5	Tingkat Pemerintah yang sesuai (Appropriate Scales)

Pertanyaan	Skor	Prinsip OECD
Apakah terdapat kesesuaian antara batas wilayah administratif dan wilayah sungai?	5	Koherensi Kebijakan
Apakah ada koordinasi antar skala pemerintahan terkait manajemen air?	5	
Apakah terdapat kebijakan lintas sektor yang mendukung pengelolaan air (pertanian, energi, tata ruang)?	4	
Apakah konflik antar kebijakan sektor diminimalkan melalui koordinasi?	5	
Apakah ada badan/komite lintas sektor untuk menyelaraskan kebijakan air?	4	
Apakah staf memiliki pelatihan teknis dan manajerial terkait air?	4	Kapasitas Kelembagaan
Apakah tersedia sumber daya keuangan yang mencukupi untuk melaksanakan mandat air?		
Apakah ada strategi pengembangan kapasitas kelembagaan?	5	Data dan Informasi
Apakah data air (kuantitas, kualitas, penggunaan) tersedia secara terbuka?	5	
Apakah ada sistem informasi terpadu terkait air?	4	
Apakah terdapat proses validasi dan evaluasi data secara berkala?	4	Pendanaan dan Efisiensi Ekonomi
Apakah ada sistem pembiayaan berkelanjutan untuk infrastruktur dan layanan air?	5	
Apakah pengguna air ikut menanggung biaya sesuai prinsip pemulihan biaya (cost recovery)?	5	
Apakah insentif ekonomi digunakan untuk efisiensi penggunaan air?	4	Kerangka Regulasi Yang Kuat
Apakah kerangka hukum dan regulasi air diperbarui secara berkala?	5	
Apakah terdapat mekanisme penegakan hukum dan pengawasan?	5	

Pertanyaan	Skor	Prinsip OECD
Apakah proses perizinan air dilakukan secara transparan dan akuntabel?	5	Inovasi
Apakah inovasi teknologi dan sosial didorong dalam pengelolaan air?	5	
Apakah terdapat kemitraan dengan sektor swasta/akademi dalam inovasi?	4	
Apakah ada kebijakan untuk mengadopsi pembelajaran dari praktik baik?	4	Transparansi dan Integritas
Apakah informasi tentang kebijakan dan keputusan air tersedia publik?	5	
Apakah ada mekanisme untuk pelaporan kecurangan atau pelanggaran?	5	
Apakah transparansi anggaran dan keuangan dijamin?	5	Keterlibatan pemangku Kepentingan
Apakah pemangku kepentingan terlibat dalam pengambilan keputusan?	5	
Apakah mekanisme konsultasi publik dilakukan secara reguler?	5	
Apakah masukan dari masyarakat ditindaklanjuti?	5	Manajemen Trade-Offs
Apakah dilema antar sektor atau kelompok pengguna air dianalisis secara terbuka?	5	
Apakah ada forum/dialog untuk menyelesaikan konflik penggunaan air?	5	
Apakah dipertimbangkan dampak sosial dan lingkungan dalam keputusan alokasi air?	5	Evaluasi dan Adaptasi
Apakah ada sistem monitoring dan evaluasi untuk kebijakan air?	5	
Apakah hasil evaluasi digunakan untuk perbaikan kebijakan?	5	
Apakah sistem pengelolaan air adaptif terhadap perubahan iklim dan ketidakpastian?	4	

Kuesioner Penelitian Tata Kelola Air

1. Informasi Responden

Nama : *Murqiyanto*
 Jabatan/posisi : *Wakil Bupati (Korupsi)*
 Instansi : *Kabupaten Cendang*
 Kontak :

2. Pertanyaan dengan Jawaban Iya/Tidak

Variabel	Pertanyaan	IYA 1	TIDAK 0
Faktor institusi	Apakah opini publik diikuti sertakan dalam pengembangan rencana terkait air untuk kota ?	☒	☐
	Apakah ada ketentuan publik untuk memberikan keluhan mereka?	☐	☒
	Apakah ada mekanisme resmi untuk memantau air non pendapatan (NRW)?	☒	☐
	Apakah ada insentif pada pengelolaan air yang bijaksana?	☐	☒
	Apakah pemerintah berkoordinasi terhadap organisasi air lainnya dalam mengembangkan rencana tabung atau dalam jangka panjang ?	☒	☐
Dukungan masyarakat	Apakah warga terlibat dalam pengelolaan air melalui mekanisme apapun?	☒	☐
	Dari total yang harus dibayarkan untuk biaya air apakah 80% diterima setiap bulannya?	☒	☐
	Apakah warga umum mematuhi peraturan mengenai pencurian/kecurangan terhadap air? (secara umum dapat dianggap 80-90% dari jumlah populasi)	☒	☐
	Apakah warga secara umum mematuhi peraturan yang ditetapkan dalam pengambilan air tanah secara tidak sah? (secara umum dapat dianggap 80-90% dari jumlah populasi)	☒	☐
	Apakah warga secara umum mematuhi peraturan yang ditetapkan dalam pencemaran air secara ilegal ? (secara umum dapat dianggap 80-90% dari jumlah populasi)	☒	☐
Potensi beradaptasi terhadap	Apakah kota ini melakukan daur ulang dan menggunakan kembali air ?	☐	☒
	Apakah ada basis data terpusat untuk informasi terkait air ?	☐	☒

Variabel	Pertanyaan	IYA 1	TIDAK 0
perubahan dimasa depan	Apakah ada sistem untuk memperkirakan ketersediaan dan kualitas air?	☐	☒
	Apakah ada faktor pendorong perubahan dimasa depan seperti perubahan iklim dipertimbangkan dalam mengembangkan rencana induk kota jangka panjang ?	☒	☐
	Apakah ada mekanisme staf organisasi meningkatkan pengetahuan mengenai air ?	☐	☒

3. Pertanyaan Berdasarkan OECD Water Governance Indicator Framework

Pertanyaan terdiri dari 36 pertanyaan dengan 12 indikator OECD pada tabel dibawah ini.

Skala penilaian:

Skor	Keterangan
0	Tidak Relevan
1	Tidak ada
2	Dalam Proses Perencanaan
3	Sudah ada tetapi belum diterapkan
4	Sudah ada dan sebagian diterapkan
5	Sudah berjalan baik

Pertanyaan	Skor	Prinsip OECD
Apakah wilayah Anda memiliki hukum, kebijakan, atau strategi pengelolaan air yang jelas dan terintegrasi?	1	Peran dan Tanggung Jawab Jelas
Apakah instansi Anda memiliki mandat yang jelas dalam urusan air?	4	
Apakah pernah dilakukan evaluasi peran dan fungsi lembaga dalam mengelola air?	4	
Apakah pengambilan keputusan air dilakukan di tingkat yang paling tepat (lokal, regional, nasional)?	3	Tingkat Pemerintah yang sesuai (Appropriate Scales)

Pertanyaan	Skor	Prinsip OECD
Apakah terdapat kesesuaian antara batas wilayah administratif dan wilayah sungai?	5	
Apakah ada koordinasi antar skala pemerintahan terkait manajemen air?	4	
Apakah terdapat kebijakan lintas sektor yang mendukung pengelolaan air (pertanian, energi, tata ruang)?	3	
Apakah konflik antar kebijakan sektor diminimalkan melalui koordinasi?	5	Koherensi Kebijakan
Apakah ada badan/komite lintas sektor untuk menyelaraskan kebijakan air?	5	
Apakah staf memiliki pelatihan teknis dan manajerial terkait air? Apakah tersedia sumber daya keuangan yang mencukupi untuk melaksanakan mandat air?	1	Kapasitas Kelembagaan
Apakah ada strategi pengembangan kapasitas kelembagaan?	4	
Apakah data air (kuantitas, kualitas, penggunaan) tersedia secara terbuka?	4	Data dan Informasi
Apakah ada sistem informasi terpadu terkait air?	2	
Apakah terdapat proses validasi dan evaluasi data secara berkala?	2	Pendanaan dan Efisiensi Ekonomi
Apakah ada sistem pembiayaan berkelanjutan untuk infrastruktur dan layanan air?	4	
Apakah pengguna air ikut menanggung biaya sesuai prinsip pemulihan biaya (cost recovery)?	4	
Apakah insentif ekonomi digunakan untuk efisiensi penggunaan air?	4	
Apakah kerangka hukum dan regulasi air diperbarui secara berkala?	4	Kerangka Regulasi Yang Kuat
Apakah terdapat mekanisme penegakan hukum dan pengawasan?	3	

Pertanyaan	Skor	Prinsip OECD
Apakah proses perizinan air dilakukan secara transparan dan akuntabel?	5	Inovasi
Apakah inovasi teknologi dan sosial didorong dalam pengelolaan air?	4	
Apakah terdapat kemitraan dengan sektor swasta/akademisi dalam inovasi?	1	
Apakah ada kebijakan untuk mengadopsi pembelajaran dari praktik baik?	2	Transparansi dan Integritas
Apakah informasi tentang kebijakan dan keputusan air tersedia publik?	4	
Apakah ada mekanisme untuk pelaporan kecurangan atau pelanggaran?	4	Keterlibatan pemangku Kepentingan
Apakah transparansi anggaran dan keuangan dijamin?	4	
Apakah pemangku kepentingan terlibat dalam pengambilan keputusan?	5	Manajemen Trade-Offs
Apakah mekanisme konsultasi publik dilakukan secara reguler?	5	
Apakah masukan dari masyarakat ditindaklanjuti?	5	Evaluasi dan Adaptasi
Apakah dilema antar sektor atau kelompok pengguna air dianalisis secara terbuka?	4	
Apakah ada forum/dialog untuk menyelesaikan konflik penggunaan air?	5	
Apakah dipertimbangkan dampak sosial dan lingkungan dalam keputusan alokasi air?	5	
Apakah ada sistem monitoring dan evaluasi untuk kebijakan air?	5	
Apakah hasil evaluasi digunakan untuk perbaikan kebijakan?	5	
Apakah sistem pengelolaan air adaptif terhadap perubahan iklim dan ketidakpastian?	5	

Lampiran 8 Proyeksi Keamanan air Skenario Optimum

Penilaian Water Security Model Proyeksi Optimum Tahun 2045															
Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variabl e Value	total	skor indikato r	bobot Indikato r	skor Indikato r	total skor indikato r	Bobot dimens i	skor dimens i	Total skor dimens i	
WATER SUPPLY AND SANITATION	Water availability	111	Per capita water use (lpcd)	14.2	5	173.16	0.71	4.57	0.23	1.05	4.13	0.28	1.17	3.86	
WATER SUPPLY AND SANITATION	Water availability	112	People in the city using improved water sources (%)	42.9	5	100	2.14								
WATER SUPPLY AND SANITATION	Water availability	113	Investment in water supply facilities (106 USD)	42.9	4	12	1.72								
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibilit y to water	121	Population access to piped water supply (%)	21.1	5	100	1.05	5.00	0.14	0.68					
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibilit y to water	122	Service area coverage by piped water supply (%)	16.3	5	100	0.81								

Penilaian Water Security Model Proyeksi Optimum Tahun 2045														
Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variabl e Value	total	skor indikato r	bobot Indikato r	skor Indikato r	total skor indikato r	Bobot dimens i	skor dimens i	Total skor dimens i
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibilit y to water	123	Average distance traveled to fetch water from improved water sources (km)	14	5	0	0.7							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibilit y to water	124	Safe drinking water inaccessibility (%)	6.7	5	0	0.34							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibilit y to water	125	Water supply service duration per day (h)	41.9	5	24	2.1							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	131	Customer satisfaction with quality of water supplied (1:n)	7.1	1	0	0.07	3.78	0.45	1.70				
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	132	Type of water treatment technology employed (no unit)	11.3	4	4	0.45							

Penilaian Water Security Model Proyeksi Optimum Tahun 2045														
Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variabl e Value	total	skor indikato r	bobot Indikato r	skor Indikato r	total skor indikato r	Bobot dimens i	skor dimens i	Total skor dimens i
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	133	Coliform count in water supplied (MPN/100 mL)	19.8	5	0	0.99							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	134	Residual chlorine (%)	20.6	4	100	0.82							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	135	Turbidity of water supplied (NTU)	20.6	2	1.09	0.41							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	136	pH of water supplied (no unit)	20.6	5	7.76	1.03							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Hygiene and sanitation	141	People in the city using improved sanitation facilities (%)	14.8	5	100	0.74	3.78	0.19	0.70				
WATER SUPPLY AND SANITATION	Hygiene and sanitation	142	Water borne disease factor (%)	16.3	4	0.4	0.62							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Hygiene and sanitation	143	Investment in sanitation facilities (106 USD)	32.6	4	12	1.30							

Penilaian Water Security Model Proyeksi Optimum Tahun 2045														
Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variabl e Value	total	skor indikato r	bobot Indikato r	skor Indikato r	total skor indikato r	Bobot dimens i	skor dimens i	Total skor dimens i
WATER SUPPLY AND SANITATION	Hygiene and sanitation	144	Proportion of customers connected to sewer line system (%)	36.2	3	75	1.09							
WATER PRODUCTIVIT Y	Economic value of water	211	Commercial water productivity (USD/m³)	44.6	3	8	1.34	2.94	1.00	2.94	2.94	0.14	0.42	
WATER PRODUCTIVIT Y	Economic value of water	212	Water Scarcity (m3/kapita/tahu n)	9.8	5	1800	0.49							
WATER PRODUCTIVIT Y	Economic value of water	213	Water wealth (USD/m³)	23.7	1	0.01	0.24							
WATER PRODUCTIVIT Y	Economic value of water	214	Water loss (%)	21.8	4	19.28	0.87							
WATER- RELATED DISASTERS	Disaster mitigation	311	Disaster budget factor (%)	39.2	1	0.02	0.39	3.43	0.50	1.72	3.88	0.09	0.36	

Penilaian Water Security Model Proyeksi Optimum Tahun 2045															
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variabl e Value	total	skor indikato r	bobot Indikato r	skor Indikato r	total skor indikato r	Bobot dimens i	skor dimens i	Total skor dimens i
WATER-RELATED DISASTERS	Disaster mitigation	312	Per capita GDP (USD)	36.2	5	75862.25	1.81							
WATER-RELATED DISASTERS	Disaster mitigation	313	Flood damage (106 USD)	14	5	0	0.7							
WATER-RELATED DISASTERS	Disaster mitigation	314	Proportional area of flooding (%)	10.6	5	0	0.53							
WATER-RELATED DISASTERS	Disaster preparednes s	321	Natural Drainage factor (%)	25.2	3	27.78	0.75	4.34	0.50	2.17				
WATER-RELATED DISASTERS	Disaster preparednes s	322	Disaster response mechanism (no unit)	58.9	5	5	2.94							
WATER-RELATED DISASTERS	Disaster preparednes s	323	Flood risk mapping (no unit)	15.9	4	4	0.64							
WATER ENVIRONMEN T	State of natural water bodies	411	Natural water quality factor (%)	29.7	5	150	1.48	2.68	0.50	1.34	3.53	0.32	1.12	
WATER ENVIRONMEN T	State of natural water bodies	412	Water Quality Index (no unit)	53.9	1	0	0.54							

Penilaian Water Security Model Proyeksi Optimum Tahun 2045														
Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variabl e Value	total	skor indikato r	bobot Indikato r	skor Indikato r	total skor indikato r	Bobot dimens i	skor dimens i	Total skor dimens i
WATER ENVIRONMEN T	State of natural water bodies	413	Biochemical oxygen demand in water bodies (mg/L)	16.4	4	2.3	0.66	4.38	0.50	2.19				
WATER ENVIRONMEN T	Effect of polluting factors	421	Wastewater treatment factor (%)	31.2	3	82	0.94							
WATER ENVIRONMEN T	Effect of polluting factors	422	Water pollution factor (%)	49	5	0.69	2.45							
WATER ENVIRONMEN T	Effect of polluting factors	423	Water Stress (%)	19.8	5	20%	0.99							
WATER GOVERNANC E	Overall managemen t of the water sector	511	Institution factor (no unit)	100	5	5	5	5.00	0.40	2.00	4.87	0.16	0.8	
WATER GOVERNANC E	Potential to adapt to future changes	521	Adaptability factor (no unit)	58.9	5	5	2.94	4.36	0.20	0.87				
WATER GOVERNANC E	Potential to adapt to future changes	522	Proportion of population living in slums (%)	25.2	5	3	1.26							

Penilaian Water Security Model Proyeksi Optimum Tahun 2045														
Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variabl e Value	total	skor indikato r	bobot Indikato r	skor Indikato r	total skor indikato r	Bobot dimens i	skor dimens i	Total skor dimens i
WATER GOVERNANC E	Potential to adapt to future changes	523	Density of observation stations within a specific proportion of area	15.9	1	100	0.16							
WATER GOVERNANC E	Citizen support for water security	531	Public support factor (no unit)	100	5	5	5	5.00	0.40	2.00				

Lampiran 9 Model Proyeksi Terbaik keamanan Air Perkotaan

Penilaian Water Security Perkotaan Skenario Terbaik Tahun 2024														
Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variabl e Value	total	skor indikato r	bobot Indikato r	skor Indikato r	total skor indikato r	Bobot dimens i	skor dimens i	Total skor dimens i
WATER SUPPLY AND SANITATION	Water availability	111	Per capita water use (lpcd)	14.2	5	173.16	0.71	4.57	0.23	1.05	4.29	0.28	1.2	4.39
WATER SUPPLY AND SANITATION	Water availability	112	People in the city using improved water sources (%)	42.9	5	100	2.14							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Water availability	113	Investment in water supply facilities (106 USD)	42.9	4	12	1.72							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibilit y to water	121	Population access to piped water supply (%)	21.1	5	100	1.05	5.00	0.14	0.68				
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibilit y to water	122	Service area coverage by piped water supply (%)	16.3	5	100	0.81							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibilit y to water	123	Average distance traveled to fetch water from improved water sources (km)	14	5	0	0.7							

**Penilaian Water Security Perkotaan Skenario Terbaik
Tahun 2024**

Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variabl e Value	total	skor indikato r	bobot Indikato r	skor Indikato r	total skor indikato r	Bobot dimens i	skor dimens i	Total skor dimens i
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibilit y to water	124	Safe drinking water inaccessibility (%)	6.7	5	0	0.33							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibilit y to water	125	Water supply service duration per day (h)	41.9	5	24	2.1							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	131	Customer satisfaction with quality of water supplied (1:n)	7.1	1	0	0.07	3.78	0.45	1.70				
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	132	Type of water treatment technology employed (no unit)	11.3	4	4	0.45							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	133	Coliform count in water supplied (MPN/100 mL)	19.8	5	0	0.99							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	134	Residual chlorine (%)	20.6	4	100	0.82							

**Penilaian Water Security Perkotaan Skenario Terbaik
Tahun 2024**

Dimension	Indicator	Code	Variable	Weightage (%)	Score	Variable Value	total	skor indikator	Bobot Indikator	skor Indikator	total skor indikator	Bobot dimensi	skor dimensi	Total skor dimensi
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	135	Turbidity of water supplied (NTU)	20.6	2	1.09	0.41	4.67	0.19	0.87				
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	136	pH of water supplied (no unit)	20.6	5	7.76	1.03							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Hygiene and sanitation	141	People in the city using improved sanitation facilities (%)	14.8	5	100	0.74							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Hygiene and sanitation	142	Water borne disease factor (%)	16.3	5	0	0.86							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Hygiene and sanitation	143	Investment in sanitation facilities (106 USD)	32.6	4	12	1.30							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Hygiene and sanitation	144	Proportion of customers connected to sewer line system (%)	36.2	5	100	1.81							

**Penilaian Water Security Perkotaan Skenario Terbaik
Tahun 2024**

Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variabl e Value	total	skor indikato r	bobot Indikato r	skor Indikato r	total skor indikato r	Bobot dimens i	skor dimens i	Total skor dimens i
WATER PRODUCTIVIT Y	Economic value of water	211	Commercial water productivity (USD/m³)	44.6	3	10	1.34	3.16	1.00	3.16	3.16	0.14	0.45	
WATER PRODUCTIVIT Y	Economic value of water	212	Water Scarcity (M3/kapita/tahu n)	9.8	5	1800	0.49							
WATER PRODUCTIVIT Y	Economic value of water	213	Water wealth (USD/m³)	23.7	1	0.01	0.24							
WATER PRODUCTIVIT Y	Economic value of water	214	Water loss (%)	21.8	5	0	1.09							
WATER- RELATED DISASTERS	Disaster mitigation	311	Disaster budget factor (%)	39.2	5	15.4	1.96	5.00	0.50	2.50	4.67	0.09	0.43	
WATER- RELATED DISASTERS	Disaster mitigation	312	Per capita GDP (USD)	36.2	5	75862.2 5	1.81							
WATER- RELATED DISASTERS	Disaster mitigation	313	Flood damage (106 USD)	14	5	0	0.7							
WATER- RELATED DISASTERS	Disaster mitigation	314	Proportional area of flooding (%)	10.6	5	0	0.53							
WATER- RELATED DISASTERS	Disaster preparedne ss	321	Natural Drainage factor (%)	25.2	3	30.56	0.76							
							4.34		0.50	2.17				

**Penilaian Water Security Perkotaan Skenario Terbaik
Tahun 2024**

Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variabl e Value	total	skor indikato r	bobot Indikato r	skor Indikato r	total skor indikato r	Bobot dimens i	skor dimens i	Total skor dimens i
WATER-RELATED DISASTERS	Disaster preparedness	322	Disaster response mechanism (no unit)	58.9	5	5	2.94							
WATER-RELATED DISASTERS	Disaster preparedness	323	Flood risk mapping (no unit)	15.9	4	4	0.64							
WATER ENVIRONMEN T	State of natural water bodies	411	Natural water quality factor (%)	29.7	5	150	1.48	4.30	0.50	2.15	4.65	0.32	1.47	
WATER ENVIRONMEN T	State of natural water bodies	412	Water Quality Index (no unit)	53.9	4	80	2.16							
WATER ENVIRONMEN T	State of natural water bodies	413	Biochemical oxygen demand in water bodies (mg/L)	16.4	4	2.3	0.66							
WATER ENVIRONMEN T	Effect of polluting factors	421	Wastewater treatment factor (%)	31.2	5	95	1.56	5.00	0.50	2.50				
WATER ENVIRONMEN T	Effect of polluting factors	422	Water pollution factor (%)	49	5	0	2.45							
WATER ENVIRONMEN T	Effect of polluting factors	423	Water Stress (%)	19.8	5	1900%	0.99							

**Penilaian Water Security Perkotaan Skenario Terbaik
Tahun 2024**

Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variabl e Value	total	skor indikato r	bobot Indikato r	skor Indikato r	total skor indikato r	Bobot dimens i	skor dimens i	Total skor dimens i
WATER GOVERNANC E	Overall manageme nt of the water sector	511	Institution factor (no unit)	100	5	5	5	5.00	0.40	2.00	5.00	0.16 4	0.82	
WATER GOVERNANC E	Potential to adapt to future changes	521	Adaptability factor (no unit)	58.9	5	5	2.94 5	5.00	0.20	1.00				
WATER GOVERNANC E	Potential to adapt to future changes	522	Proportion of population living in slums (%)	25.2	5	1	1.26							
WATER GOVERNANC E	Potential to adapt to future changes	523	Density of observation stations within a specific proportion of area	15.9	5	100	0.79 5							
WATER GOVERNANC E	Citizen support for water security	531	Public support factor (no unit)	100	5	5	5	5.00	0.40	2.00				

Lampiran 10 Model Proyeksi Terburuk Keamanan Air Perkotaan

Penilaian Water Security Perkotaan Model Skenario Terburuk Tahun 2024														
Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variable Value	total	skor indikat or	bobot Indikat or	skor Indikat or	total skor indikat or	Bobot dimen si	skor dimen si	Total skor dimen si
WATER SUPPLY AND SANITATION	Water availability	111	Per capita water use (lpcd)	14.2	5	205.74	0.71	4.57	0.23	1.05	3.82	0.28	1.08	3.31
WATER SUPPLY AND SANITATION	Water availability	112	People in the city using improved water sources (%)	42.9	5	100	2.14							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Water availability	113	Investment in water supply facilities (106 USD)	42.9	4	12	1.72							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibility to water	121	Population access to piped water supply (%)	21.1	1	40	0.21	4.16	0.14	0.56				
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibility to water	122	Service area coverage by piped water supply (%)	16.3	5	100	0.82							

Penilaian Water Security Perkotaan Model Skenario Terburuk
Tahun 2024

Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variable Value	total	skor indikat or	bobot Indikat or	skor Indikat or	total skor indikat or	Bobot dimen si	skor dimen si	Total skor dimen si
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibility to water	123	Average distance traveled to fetch water from improved water sources (km)	14	5	0	0.7							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibility to water	124	Safe drinking water inaccessibility (%)	6.7	5	0	0.33 5							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Accessibility to water	125	Water supply service duration per day (h)	41.9	5	24	2.09 5							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	131	Customer satisfaction with quality of water supplied (1:n)	7.1	1	0	0.07 1	3.78	0.45	1.70				

Penilaian Water Security Perkotaan Model Skenario Terburuk
Tahun 2024

Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variable Value	total	skor indikat or	bobot Indikat or	skor Indikat or	total skor indikat or	Bobot dimen si	skor dimen si	Total skor dimen si
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	132	Type of water treatment technology employed (no unit)	11.3	4	4	0.45 2							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	133	Coliform count in water supplied (MPN/100 mL)	19.8	5	0	0.99							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	134	Residual chlorine (%)	20.6	4	100	0.82 4							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	135	Turbidity of water supplied (NTU)	20.6	2	1.09	0.41 2							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Quality of water supplied	136	pH of water supplied (no unit)	20.6	5	7.76	1.03							

Penilaian Water Security Perkotaan Model Skenario Terburuk
Tahun 2024

Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variable Value	total	skor indikat or	bobot Indikat or	skor Indikat or	total skor indikat or	Bobot dimen si	skor dimen si	Total skor dimen si
WATER SUPPLY AND SANITATION	Hygiene and sanitation	141	People in the city using improved sanitation facilities (%)	14.8	5	100	0.74	2.73	0.19	0.51				
WATER SUPPLY AND SANITATION	Hygiene and sanitation	142	Water borne disease factor (%)	16.3	2	11	0.32 6							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Hygiene and sanitation	143	Investment in sanitation facilities (106 USD)	32.6	4	12	1.30 4							
WATER SUPPLY AND SANITATION	Hygiene and sanitation	144	Proportion of customers connected to sewer line system (%)	36.2	1	12.5	0.36 2							

Penilaian Water Security Perkotaan Model Skenario Terburuk
Tahun 2024

Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variable Value	total	skor indikat or	bobot Indikat or	skor Indikat or	total skor indikat or	Bobot dimen si	skor dimen si	Total skor dimen si
WATER PRODUCTIVITY	Economic value of water	211	Commercial water productivity (USD/m³)	44.6	3	6	1.34	2.50	1.00	2.50	2.50	0.144	0.36	
WATER PRODUCTIVITY	Economic value of water	212	Water scarcity (m3/kapita/tahun)	9.8	5	27.13	0.49							
WATER PRODUCTIVITY	Economic value of water	213	Water wealth (USD/m³)	23.7	1	0.02	0.24							
WATER PRODUCTIVITY	Economic value of water	214	Water loss(%)	21.8	2	40	0.44							
WATER-RELATED DISASTERS	Disaster mitigation	311	Disaster budget factor (%)	39.2	1	0.02	0.39	2.87	0.50	1.43	3.60	0.092	0.33	
WATER-RELATED DISASTERS	Disaster mitigation	312	Per capita GDP (USD)	36.2	5	75862.25	1.81							

Penilaian Water Security Perkotaan Model Skenario Terburuk
Tahun 2024

Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variable Value	total	skor indikat or	bobot Indikat or	skor Indikat or	total skor indikat or	Bobot dimen si	skor dimen si	Total skor dimen si
WATER- RELATED DISASTERS	Disaster mitigation	313	Flood damage (106 USD)	14	4	0	0.56							
WATER- RELATED DISASTERS	Disaster mitigation	314	Proportional area of flooding (%)	10.6	1	27.78	0.11							
WATER- RELATED DISASTERS	Disaster preparedne ss	321	Natural Drainage factor (%)	25.2	3	30.56	0.76							
WATER- RELATED DISASTERS	Disaster preparedne ss	322	Disaster response mechanism (no unit)	58.9	5	1	2.95							
WATER- RELATED DISASTERS	Disaster preparedne ss	323	Flood risk mapping (no unit)	15.9	4	4	0.64	4.34	0.50	2.17				
WATER ENVIRONME NT	State of natural water bodies	411	Natural water quality factor (%)	29.7	4	100	1.19	2.92	0.50	1.46	3.24	0.31 7	1.03	

Penilaian Water Security Perkotaan Model Skenario Terburuk
Tahun 2024

Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variable Value	total	skor indikat or	bobot Indikat or	skor Indikat or	total skor indikat or	Bobot dimen si	skor dimen si	Total skor dimen si
WATER ENVIRONME NT	State of natural water bodies	412	Water Quality Index (no unit)	53.9	2	55	1.08							
WATER ENVIRONME NT	State of natural water bodies	413	Biochemical oxygen demand in water bodies (mg/L)	16.4	4	2.3	0.66							
WATER ENVIRONME NT	Effect of polluting factors	421	Wastewater treatment factor (%)	31.2	1	57.72	0.31	3.55	0.50	1.78				
WATER ENVIRONME NT	Effect of polluting factors	422	Water pollution factor (%)	49	5	2	2.45							
WATER ENVIRONME NT	Effect of polluting factors	423	Water Stress(%)	19.8	4	25%	0.79							

Penilaian Water Security Perkotaan Model Skenario Terburuk
Tahun 2024

Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variable Value	total	skor indikat or	bobot Indikat or	skor Indikat or	total skor indikat or	Bobot dimen si	skor dimen si	Total skor dimen si
WATER GOVERNANC E	Overall manageme nt of the water sector	511	Institution factor (no unit)	100	3	3	3	3.00	0.40	1.20	3.15	0.164	0.52	
WATER GOVERNANC E	Potential to adapt to future changes	521	Adaptability factor (no unit)	58.9	1	1	0.59							
WATER GOVERNANC E	Potential to adapt to future changes	522	Proportion of population living in slums (%)	25.2	4	15	1.01							
WATER GOVERNANC E	Potential to adapt to future changes	523	Density of observation stations within a specific proportion of area	15.9	1	100	0.16	1.76	0.20	0.35				

Penilaian Water Security Perkotaan Model Skenario Terburuk
Tahun 2024

Dimension	Indicator	Cod e	Variable	Weightag e (%)	Scor e	Variable Value	total	skor indikat or	bobot Indikat or	skor Indikat or	total skor indikat or	Bobot dimen si	skor dimen si	Total skor dimen si
WATER GOVERNANC E	Citizen support for water security	531	Public support factor (no unit)	100	1	4	4	4.00	0.40	1.60				

RIWAYAT HIDUP



Saya yang bernama lengkap Serviko Chivo Shopiar lahir di Kabupaten Sanggau pada tanggal 10 April 2003. Saya merupakan anak kedua dari pasangan Shopiar Juliansyah dan Titin Sumarni. Sejak kecil, saya tumbuh dalam lingkungan keluarga yang menjunjung tinggi pentingnya pendidikan dan nilai-nilai sosial. Pendidikan menengah saya tempuh di SMPN 01 Sanggau dan pendidikan tinggi saya tempuh di SMAN 02 Sanggau. Setelah menempuh pendidikan dasar saya melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Islam Indonesia, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, program studi Teknik Lingkungan dan resmi terdaftar sebagai mahasiswa pada tahun 2021.

Selama menjalani masa studi di UII, saya tidak hanya fokus pada kegiatan akademik, tetapi juga aktif dalam berbagai kegiatan organisasi dan pengembangan diri. Beberapa kegiatan yang saya ikuti antara lain Zerowaste dan UKM voli yang mendukung pengembangan keterampilan teknis dan kepemimpinan. Saya memiliki minat yang besar dalam isu-isu lingkungan, terutama dalam pengelolaan air dan sanitasi berbasis masyarakat, serta penerapan teknologi tepat guna yang berkelanjutan. Pengalaman selama kuliah telah membentuk saya menjadi pribadi yang adaptif, kolaboratif, dan berorientasi pada solusi.