

TUGAS AKHIR
KERENTANAN AIR TANAH TERHADAP
PENCEMARAN DAN KAITANNYA DENGAN SISTEM
SANITASI DI CEKUNGAN AIR TANAH
YOGYAKARTA-SLEMAN

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



IBNU SUBAGIYO
19513045

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023

TUGAS AKHIR

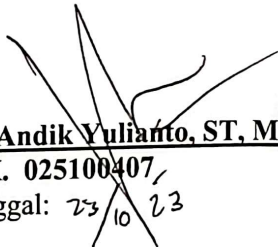
**KERENTANAN AIR TANAH TERHADAP PENCEMARAN
DAN KAITANNYA DENGAN SISTEM SANITASI DI
CEKUNGAN AIR TANAH YOGYAKARTA-SLEMAN**


**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



**IBNU SUBAGIYO
19513045**

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Dr. Andik Yulianto, ST, MT
NIK. 025100407
Tanggal: 23/10/23


Dr. Suphia Rahmayati, ST, MT
NIK. 155131313
Tanggal: 23/10/2023

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res. Eng), Ph.D
NIK. 045130401
Tanggal: 23/10/23

**KERENTANAN AIR TANAH TERHADAP
PENCEMARAN DAN KAITANNYA DENGAN SISTEM
SANITASI DI CEKUNGAN AIR TANAH
YOGYAKARTA-SLEMAN**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Senin

Tanggal : 23 Oktober 2023

Disusun Oleh

Ibnu Subagiyo

19513045

Tim Penguji :

Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T

Nik : 025100407

() 23/10 23


Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T

Nik : 155131313

() 23/10 23

Hudori, S.T., M.T., Ph.D

Nik : 015130101

() 23/10 23

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini asli dan belum pernah diajukan untuk meraih gelar akademik manapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun universitas lain.
2. Artikel ini merupakan gagasan, bentukan, dan penelitian saya sendiri tanpa dukungan pihak lain kecuali arahan dari dosen.
3. Tidak ada karya atau pendapat orang lain yang dicantumkan dalam karya tulis ini, kecuali secara tegas disebutkan secara tertulis sebagai acuan dalam teks yang dicantumkan nama penulisnya dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Perangkat lunak komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya dan bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Saya membuat pernyataan ini dengan itikad baik dan apabila di kemudian hari terdapat ketidaksesuaian dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah saya capai serta sanksi lainnya sesuai standar yang berlaku di bidang yang lebih tinggi.

Yogyakarta, 23 Oktober 2023

Yang membuat pernyataan,



METERAI
TEMPEL
06DFAKX679286431

Ibnu Subagiyo

NIM: 19513045

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Januari 2023 ini ialah **Kerentanan Air Tanah Terhadap Pencemaran dan Kaitannya dengan Sistem Sanitasi di Cekungan Air Tanah Yogyakarta-Sleman.**

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak dukungan berupa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga hambatan serta rintangan yang penulis hadapi pada akhirnya dapat dilalui. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Andik Yulianto dan Ibu Dr. Suphia Rahmawati, dan Bapak Hudhori, Ph.D selaku dosen pembimbing dan penguji yang telah banyak memberi saran dan masukan, serta bimbingan dalam tugas akhir ini.
2. Bapak, ibu, serta seluruh keluarga, atas segala doa dan kasih sayang serta motivasi yang terus menerus.
3. Seluruh civitas akademika UII, baik dosen, staff, dan Keluarga Besar Program Studi Teknik Lingkungan UII secara khusus yang telah banyak sekali membantu dan mengajarkan penulis selama belajar di UII.
4. Guru-guru penulis, yang telah mengajarkan banyak ilmu walaupun hanya sebentar, baik guru PAUD hingga SMA penulis, guru ngaji penulis, murobbi.
5. Pihak BPS dan DLH di wilayah Yogyakarta dan seluruh pihak terkait yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah menyediakan data untuk keperluan studi ini.
6. Teman-teman dan partner penulis, baik teman-teman sebimbingan, teman seangkatan sejurusan, teman mengaji, teman KKN, kelompok Taklim Menengah FK UII 2021, alumni BIAS dan IBBASKA, dan teman-teman lain yang tidak bisa disebutkan satu per satu atas dukungan yang senantiasa diberikan untuk segera menyelesaikan dengan baik tugas akhir ini.

Semoga Allah senantiasa menjaga dan memberikan keberkahan kepada mereka yang masih hidup, serta memberikan Rahmat serta ampunan bagi mereka yang telah mendahului kita semua.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan di dalam laporan tugas akhir skripsi ini. Hal tersebut terjadi sebab luputnya penulis dari kesalahan dan keterbatasan ilmu dan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis berharap adanya masukan kritik maupun saran yang dapat membantu demi kemajuan penulis dan kelayakan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir skripsi ini dapat digunakan sebaik mungkin penulis dan semua pihak. Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Yogyakarta, Maret 2023

Ibnu Subagiyo

ABSTRAK

IBNU SUBAGIYO. Kerentanan Air Tanah terhadap Pencemaran dan Kaitannya dengan Sistem Sanitasi di Cekungan Air Tanah Yogyakarta-Sleman. Dibimbing oleh Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T. dan Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

Cekungan Air Tanah (CAT) Yogyakarta-Sleman merupakan sumber air tanah utama untuk memenuhi kebutuhan domestik, khususnya konsumsi, maupun industri sebagian masyarakat Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Seiring dengan berkembangnya permukiman di Yogyakarta dalam sistem hidrogeologi terdapat korelasi dengan keberadaan sistem sanitasi permukiman yang dapat menjadi ancaman bagi kondisi kualitas air tanah. Hal ini khususnya di daerah CAT, dimana terdapat hubungan antar wilayah dalam satu CAT yang sama. Tujuan dari penelitian adalah untuk menganalisis korelasi antara keberadaan sistem sanitasi terhadap sebaran kualitas air tanah di CAT ini dan menguraikan faktor geologis yang mempengaruhi sebaran kualitas air tanah. Metode yang digunakan berupa studi literatur dari berbagai laporan resmi dan penelitian terkait dengan metode analisis isi dan merangkum, kemudian melakukan skoring dengan parameter pencemaran nitrat dan koliform per wilayah kecamatan, sebaran tangki septik, dan kerentanan air tanah terhadap pencemaran. Setelah dilakukan skoring maka dibuatlah peta risiko air limbah dari data yang diperoleh kemudian dilakukan analisis. Dari hasil analisis disimpulkan bahwa kondisi eksisting sistem sanitasi yang ada di Yogyakarta dengan kondisi air tanah memiliki korelasi dimana keberadaan sistem sanitasi setempat berdampak signifikan untuk mencemarkan nitrat dan koliform bagi kondisi air tanah disekitarnya, terutama di Kota Yogyakarta. Selain dari faktor sumber pencemar, terdapat pula faktor alami yang mempengaruhi persebaran kontaminan di CAT ini diantaranya adalah litologi vulkanik dan jenis tanah yang dominan yakni regosol, latosol, dan grumusol yang memiliki nilai porositas yang besar sehingga mudah meresapkan air yang ada di atasnya.

Kata kunci: Cekungan Air Tanah, Kerentanan Air Tanah terhadap Pencemaran, Sistem Sanitasi

ABSTRACT

IBNU SUBAGIYO. *Groundwater Vulnerability to Pollution and Its Correlation to Sanitation System in Yogyakarta-Sleman Groundwater Basin. Supervised by Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T. and Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.*

Yogyakarta-Sleman Groundwater Basin (CAT) is the main source of groundwater to fulfil domestic needs, especially consumption, as well as industry for some people in Yogyakarta Special Region. Along with the development of settlements in Yogyakarta in the hydrogeological system, there is a correlation with the existence of settlement sanitation systems that can pose a threat to groundwater quality conditions. This is especially true in CAT areas, where there is a relationship between areas within the same CAT. The objective of the study was to analyse the correlation between the presence of sanitation systems and the distribution of groundwater quality in this CAT and to describe the geological factors that influence the distribution of groundwater quality. The method used was a literature study of various official reports and related research with content analysis and summarising methods, then scoring with nitrate and total koliform pollution parameters per sub-district area, septic tank distribution, and groundwater vulnerability to pollution. After scoring, a wastewater risk map was made from the data obtained and then analyzed. From the analysis, it is concluded that the existing condition of sanitation systems in Yogyakarta and groundwater conditions have a correlation where the existence of local sanitation systems has a significant impact on contaminating nitrate and total koliform for the surrounding groundwater conditions, especially in Yogyakarta City. Apart from pollutant source factors, there are also natural factors that influence the distribution of contaminants in this CAT including volcanic lithology and dominant soil types namely regosol, latosol, and grumusol which have a large porosity value so that they easily absorb the water above them.

Keywords: Groundwater basin, Groundwater vulnerability to pollution, Sanitation system

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Asumsi Penelitian	3
1.6 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Gambaran Umum Yogyakarta	4
2.2 Gambaran Sumber Air Tanah di Yogyakarta	6
2.3 Permasalahan Terkait Air Tanah di Yogyakarta	10
2.4 Gambaran Sistem Sanitasi di Yogyakarta	15
BAB III METODE STUDI	18
3.1 Tahapan Penelitian	18
3.2 Metode Pengambilan dan Pengumpulan Data	19
3.3 Kriteria Seleksi Literatur	20
3.4 Metode Analisis Data	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22

4.1 Literatur yang Dianalisis	22
4.2 Lokasi dan Parameter Pencemaran	27
4.3 Pemetaan dan <i>Overlay</i>	29
4.4 Analisis dan Pembahasan	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	51
RIWAYAT HIDUP	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rekapitulasi Triwulan PKAM DIY Kualitas Air Sumur dan Minum 2020.....	10
Tabel 2.2 Parameter Wajib Persyaratan Kualitas Air Tanah (Permenkes RI No. 2 Tahun 2023)	12
Tabel 2.3 Persentase Tempat Pembuangan Akhir Tinja Masyarakat di Kota Yogyakarta, Kab. Sleman, dan Kab. Bantul Tahun 2021	16
Tabel 4.1 Literatur yang Dianalisis.....	22
Tabel 4.2 Sebaran Pencemaran Nitrat dan Bakteri Koliform	29
Tabel 4.3 Penilaian Akhir Metode SVV dan pengklasifikasiannya.....	32
Tabel 4.4 Pembobotan Parameter Risiko Pencemaran	37
Tabel 4.5 Pembobotan Risiko Pencemaran.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Administrasi Wilayah Kabupaten/Kota di DIY	5
Gambar 2.2 Sumber Air di Yogyakarta	6
Gambar 2.3 Peta Cekungan Air Tanah di Yogyakarta.....	7
Gambar 2.4 Peta CAT Yogyakarta-Sleman.....	8
Gambar 3.1 Bagan Alir Metode Penelitian.....	18
Gambar 4.1 Peta CAT Yogyakarta Sleman dan Sebaran Permukiman	31
Gambar 4.2 Peta Kerentanan Air Tanah Terhadap Pencemaran di CAT Yogyakarta-Sleman.....	34
Gambar 4.3 Peta Sebaran Nitrat di CAT Yogyakarta-Sleman.....	35
Gambar 4.4 Peta Sebaran Bakteri Koliform di CAT Yogyakarta-Sleman	36
Gambar 4.5 Peta Risiko Air Limbah CAT Yogyakarta-Sleman.....	39
Gambar 4.6 Peta Risiko Air Limbah Kabupaten Sleman 2015	41
Gambar 4.7 Peta Risiko Air Limbah Kota Yogyakarta 2020	42
Gambar 4.8 Peta Risiko Air Limbah Kabupaten Bantul 2022.....	43
Gambar 4.9 Peta Sebaran Jenis Tanah di DIY	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Peta Kerentanan Air Tanah Terhadap Pencemaran di CAT Yogyakarta Sleman Hasil Studi Maulana (2018)	57
---	----

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih adalah kebutuhan dasar dari makhluk hidup dan aktivitasnya. Kelangkaan dan polusi air bersih muncul sebagai isu global di era ini. Perlindungan kuantitas dan kualitas air tanah merupakan tantangan krusial untuk memastikan akses air bersih, yang sangat terancam oleh eksploitasi berlebihan dan kontaminasi akibat aktivitas antropogenik serta dampak perubahan iklim. Ketersediaan air menjadi tantangan penting bagi sebagian besar negara dimana tekanan manusia bertanggung jawab atas perubahan nyata dalam kuantitas dan kualitas air tanah yang juga menyebabkan efek kritis pada kesehatan publik (Canora dan Sdao, 2022).

Air tanah merupakan sumber air yang sering dimanfaatkan, baik untuk kebutuhan domestik maupun industri, walaupun pemanfaatannya belum seoptimal dibanding air permukaan karena lebih mudah diperoleh dan dimanfaatkan (Santosa dan Adji, 2014). Tetapi jika dilihat dari persebaran air di bumi maka air tanah memiliki potensi pemanfaatan yang sangat besar walau punya batasan tertentu yang didasarkan pada karakteristik akuifer dari kondisi hidrogeologi regional (Anam dan Adji, 2018). Pemenuhan kebutuhan terhadap air bersih di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), khususnya untuk kebutuhan konsumsi, berasal dari berbagai sumber. Hal ini didasarkan fakta bahwa sebagian besar masyarakat yang tinggal di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan air selain dari PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) atau air permukaan untuk memenuhi kebutuhan air mereka. Bahkan persentase penggunaan air tanah (sumur) sebagai air minum menduduki peringkat tertinggi (BPS DIY, 2022).

Menurut Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) DIY, diantara permasalahan lingkungan yang dihadapi yakni pencemaran kualitas dan penurunan kuantitas air tanah. Hal tersebut terjadi akibat menurunnya daya dukung air tanah sedang pengambilan air tanah oleh hotel dan apartemen yang

meningkat, juga pengolahan limbah cair domestik dan industri yang belum optimal. Permasalahan pencemaran dan penurunan kuantitas air tanah menduduki posisi kedua dan keempat sebagai isu aktual lingkungan di DIY (DLHK DIY, 2022).

Berdasarkan hasil pemantauan DLHK DIY, dalam Rekapitulasi Triwulan III 2020 PKAM DIY Kualitas Air Sumur dan Minum 2020, ditemukan dari 472 sarana yang diambil sampel terdapat 177 sarana yang tidak memenuhi persyaratan. Sampel tersebut banyak terdapat di Kabupaten Sleman, Kabupaten Bantul, dan Kota Yogyakarta. Diantara faktor penyebab terjadinya pencemaran berasal dari kondisi sistem sanitasi rumah tangga seperti kondisi jamban (DLHK DIY, 2022). Faktor yang mendorong masuknya (infiltrasi) dan distribusi pencemaran ke akuifer diantaranya karakteristik tanah dan kondisi hidrogeologi dari cekungan air tanah (CAT) sehingga terjadilah pencemaran air tanah (Devianto dkk, 2019).

Dari uraian diatas, ingin diketahui terkait hubungan antara kerentanan air tanah terhadap pencemaran dan sistem sanitasi dengan metode yang digunakan adalah kajian literatur terhadap beberapa penelitian terdahulu. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi berkaitan dengan kerentanan air tanah terhadap pencemaran dan hubungannya dengan sistem sanitasi yang ada di kawasan CAT Yogyakarta-Sleman yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan studi ini di kemudian hari.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang diajukan adalah dalam sistem hidrogeologi terdapat korelasi dengan keberadaan sistem sanitasi permukiman yang dapat menjadi ancaman bagi kondisi kualitas air tanah. Hal ini khususnya di daerah CAT, dimana terdapat hubungan antar wilayah dalam satu CAT yang sama.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis korelasi antara keberadaan sistem sanitasi terhadap sebaran kualitas air tanah di Yogyakarta.

2. Menguraikan faktor geologis yang berhubungan dengan sebaran kualitas air tanah terhadap sistem sanitasi di Yogyakarta.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah hasil dari penelitian dapat dijadikan sebagai kajian pustaka mengenai studi kerentanan air tanah dan kaitannya terhadap sistem sanitasi di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Selain itu penelitian ini dapat bermanfaat untuk memberikan masukan atau saran kepada pemangku kebijakan dan swasta dalam menentukan kebijakan terkait tata kelola lingkungan.

1.5 Asumsi Penelitian

Berdasarkan latar belakang, maka asumsi penelitian ini adalah adanya dugaan korelasi antara kerentanan air tanah terhadap pencemaran dengan kondisi sistem sanitasi permukiman yang berada di wilayah CAT Yogyakarta-Sleman serta dugaan faktor geologis yang mempengaruhinya.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini meliputi:

- 1) Studi ini dilakukan di wilayah CAT Yogyakarta-Sleman dengan studi literatur menggunakan mesin pencari Google Scholar dengan rentang waktu 2009 – 2023.
- 2) Studi literatur terkait kondisi umum air tanah di CAT Yogyakarta-Sleman dari berbagai penelitian sebelumnya.
- 3) Studi literatur terkait analisis kondisi sistem sanitasi setempat di wilayah CAT Yogyakarta-Sleman dari berbagai penelitian sebelumnya.
- 4) Studi literatur terkait kerentanan air tanah terhadap pencemaran di wilayah CAT Yogyakarta-Sleman dari berbagai penelitian sebelumnya.
- 5) Pembuatan peta zona risiko air limbah sebagai gambaran untuk menunjukkan wilayah CAT Yogyakarta-Sleman yang memiliki risiko tercemar

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Yogyakarta

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) secara geografis berada diantara 7.33 – 8.12 Lintang Selatan dan 110.00 – 110.50 Bujur Timur, dengan luas 3.133,15 km atau 0,17% dari luas Indonesia (1.860.359,67 km). di bagian 4ungai4 Pulau Jawa, dan berbatasan dengan Provinsi Jawa Tengah dan Samudera Hindia. Terdiri dari 4 kabupaten dan 1 kota, yaitu: Kabupaten Kulon Progo, Kabupaten Bantul, Kabupaten Gunungkidul, Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta. Provinsi ini adalah salah satu dari 34 provinsi di wilayah Indonesia dan terletak di pulau Jawa bagian 4ungai. Pada bagian selatan dibatasi oleh Lautan Indonesia, sedangkan di bagian timur laut, tenggara, barat, dan barat laut dibatasi oleh wilayah Jawa Tengah sebagai berikut :

- Kabupaten Klaten di sebelah Timur Laut.
- Kabupaten Wonogiri di sebelah Tenggara.
- Kabupaten Purworejo di sebelah Barat.
- Kabupaten Magelang di sebelah Barat Laut

Adapun luas setiap kabupaten atau kota di DIY dan perbandingannya dengan luas provinsi DIY adalah sebagai berikut :

- Kabupaten Kulon Progo, dengan luas 577,22 km² (18,21 persen)
- Kabupaten Bantul, dengan luas 511,706 km² (16,14 persen)
- Kabupaten Gunungkidul dengan luas 1.475,147 km² (46,53 persen)
- Kabupaten Sleman, dengan luas 573,749 km² (18,10 persen)
- Kota Yogyakarta, dengan luas 32,819 km² (1,04 persen).

Dari segi penduduk, jumlah penduduk di DIY berdasarkan proyeksi interim 2020-2023 adalah sekitar 3.761.000 jiwa dengan kepadatan 1.200 jiwa/km². Persentase terbanyak berada di Kabupaten Sleman dengan jumlah sekitar 1,15 juta jiwa. Adapun persentase terkecil berada di Kota Yogyakarta dengan jumlah

sekitar 378,9 ribu jiwa (BPS DIY, 2023). Peta dari wilayah administrasi di DIY ditunjukkan oleh gambar 2.1.

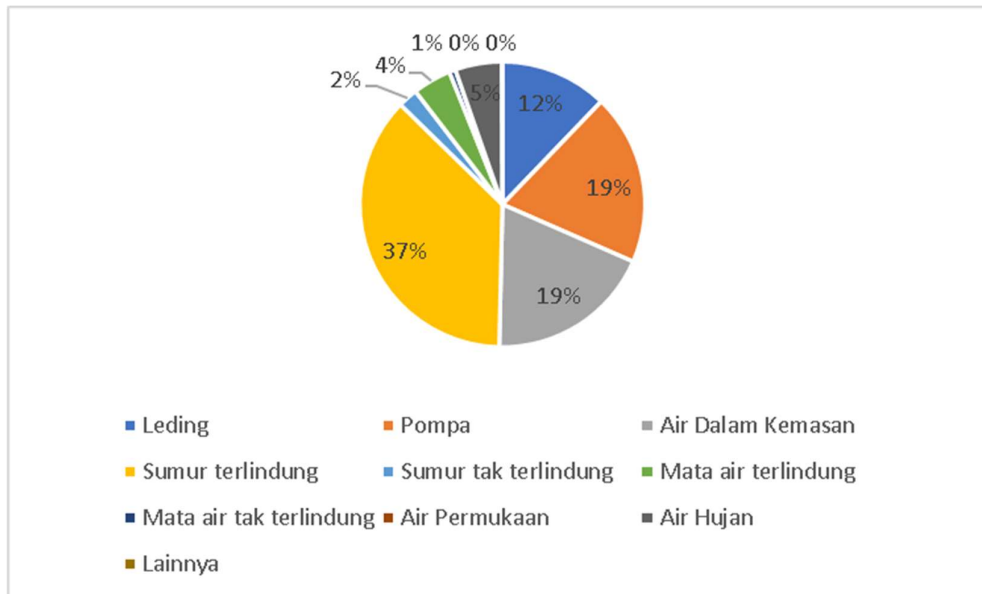


Gambar 2.1 Peta Administrasi Wilayah Kabupaten/Kota di DIY (GeoPortal DIY)

Kebutuhan air di DIY yang meningkat bukan hanya disebabkan jumlah penduduk yang semakin banyak akan tetapi juga dipengaruhi oleh wisatawan dan pelajar yang berkunjung ke Yogyakarta mengingat DIY merupakan kota pelajar dan kota wisata. Kegiatan domestik dan industri dapat menyebabkan terjadinya pencemaran pada air tanah apabila tidak dikelola dengan baik. Dengan demikian, perhatian akan kuantitas dan kualitas air tanah sangat diperlukan agar ketersediaan air bersih di DIY dapat selalu terpenuhi dan dapat digunakan sampai generasi-generasi berikutnya (DLHK DIY, 2022).

Sumber air yang digunakan oleh penduduk Yogyakarta dalam memenuhi kebutuhan airnya beraneka macam, terutama untuk kebutuhan konsumsi. Kondisi eksisting penggunaan air tanah di Yogyakarta menurut BPS DIY (2023) yang ditunjukkan oleh Gambar 2.2 menunjukkan penggunaan sumur (air tanah) sebagai

sumber air minum masih mendominasi bagi sebagian besar masyarakat di Yogyakarta. Hal ini dikarenakan air tanah sebagai sumber air minum cukup terjamin dari segi kualitas dibanding dengan sumber air baku lainnya. Selain itu dari segi kontinuitas dan kuantitas telah mencukupi untuk penggunaan domestik sehari-hari bagi masyarakat sekitar.

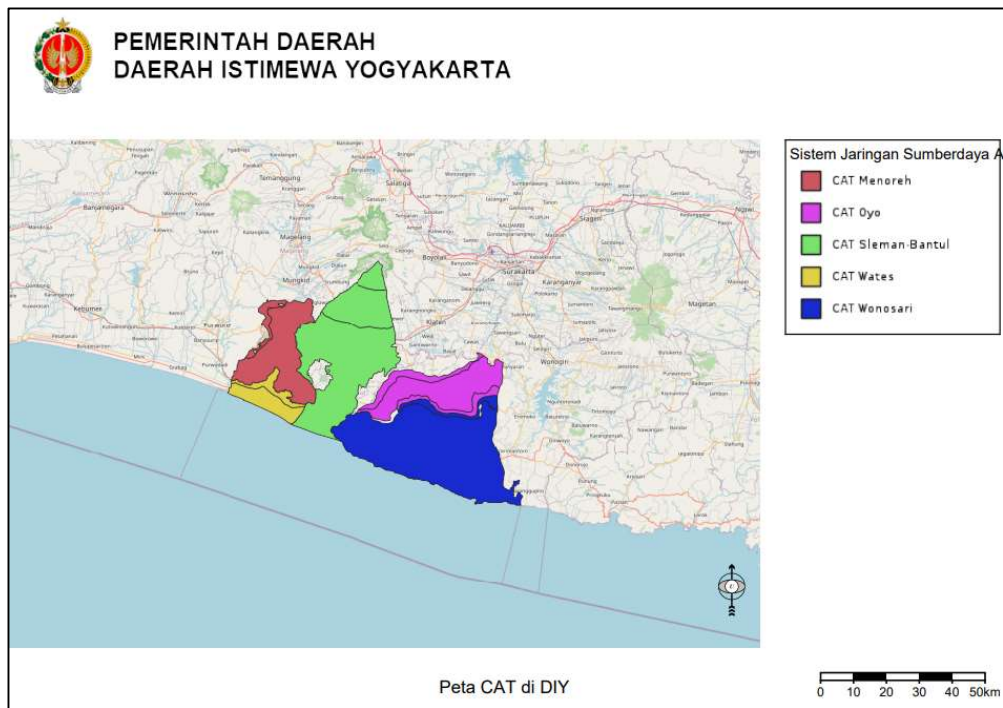


Gambar 2.2 Sumber Air di Yogyakarta (BPS DIY, 2023)

2.2 Gambaran Sumber Air Tanah di Yogyakarta

Menurut Undang-Undang No. 17 tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, air tanah didefinisikan sebagai air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. Air tanah umumnya berada di akuifer, yakni volume bebatuan dan pasir dengan komposisi air, tanah, ruang pori antar tanah, dan material bawah permukaan yang menyatu dengan kulit bumi (Brontowiyono, 2021). Air yang masuk ke dalam akuifer mengalami filtrasi atau penyaringan secara alami oleh butir tanah dan batuan sehingga kualitas air tanah menjadi relatif lebih baik dibanding air permukaan atau air hujan (Purnama, 2010). Selain itu, air tanah tersedia dalam jumlah banyak dan mengandung banyak mineral dalam jumlah yang cukup untuk kehidupan manusia (Cahyadi dkk, 2020).

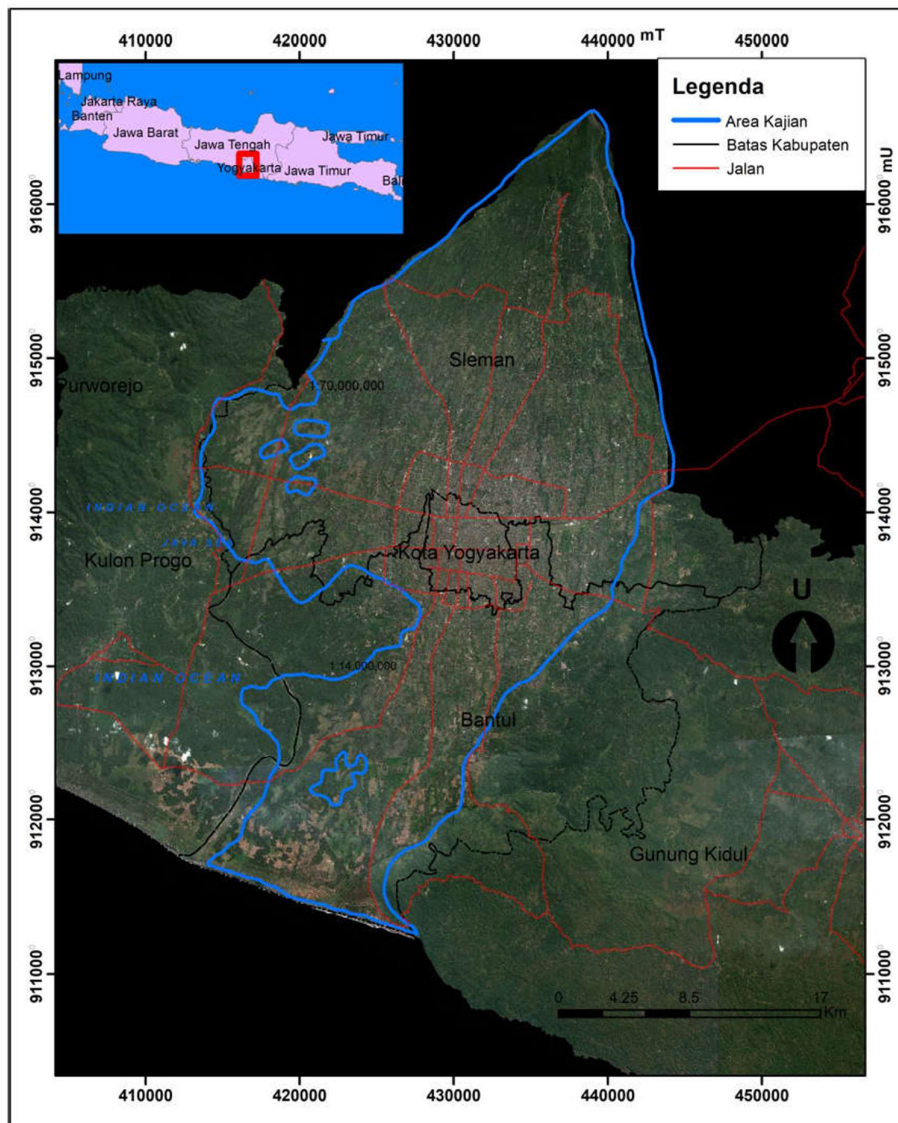
Suatu akuifer dapat berada pada suatu CAT (Anam dan Adji, 2018). Menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (Permen ESDM) Nomor 02 tahun 2017 tentang Cekungan Air Tanah, cekungan air tanah adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas hidrogeologis, dimana menjadi tempat semua kejadian hidrogeologi air tanah berlangsung. Yang dimaksud batasan adalah akibat dari kondisi geologi bawah permukaan, seperti zona sesar, lipatan, dan kemiringan lapisan batuan.



Gambar 2.3 Peta Cekungan Air Tanah di Yogyakarta (Geoportal DIY)

Provinsi DIY memiliki lima CAT sebagai sumber air tanah di wilayah tersebut. Kelima CAT tersebut adalah CAT Yogyakarta-Sleman, CAT Wates, CAT Wonosari, CAT Oyo, dan CAT Menoreh. CAT Yogyakarta-Sleman merupakan CAT dengan tingkat produktivitas tinggi dan menjadi sumber utama untuk mayoritas penduduk DIY (Hendrayana, 2018). Menurut Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 26 Tahun 2011 Tentang Penetapan Cekungan Air Tanah, CAT ini secara administratif mencakup daerah Kabupaten Sleman,

Kota Yogyakarta, serta Kabupaten Bantul, dan memiliki luas 916 km². CAT Yogyakarta-Sleman dibatasi oleh dua sungai utama, yakni Sungai Opak di bagian timur dan Sungai Progo di bagian barat. Sementara bagian selatan dari CAT ini dibatasi oleh Samudera Hindia. Batas horizontal dan batas vertikal secara hidrogeologi ditentukan sesuai dengan pedoman penentuan batas CAT. Peta CAT Yogyakarta-Sleman ditunjukkan oleh gambar 2.4.



Gambar 2.4 Peta CAT Yogyakarta-Sleman (Hendrayana dkk, 2020)

Litologi utama penyusun CAT Yogyakarta-Sleman adalah Formasi Yogyakarta di bagian atas dan Formasi Sleman di bagian bawah, yang merupakan endapan volkanoklastik Gunung Merapi yang berfungsi sebagai lapisan pembawa air utama yang sangat potensial dan bersifat *multilayer aquifer* (Hendrayana, 2018). Formasi Sleman tersusun atas material vulkanik lanau hingga kerikil. Formasi Yogyakarta memiliki ketebalan hingga 45 m dan terdiri dari material urutan butiran berukuran kerikil, lanau, dan lempung. Ketebalan lempung meningkat di bagian selatan, sedangkan lapisan kerikil ditemukan di atas formasi ini. Secara umum, Formasi Yogyakarta memiliki ukuran butir yang lebih kasar dibandingkan dengan Formasi Sleman. Formasi Yogyakarta yang semakin mengental ke arah selatan diendapkan di atas Formasi Sleman. Ketebalan Formasi Sleman di bagian utara hanya kurang lebih 38 m, sedangkan di Yogyakarta bagian selatan mencapai 120 m (Wilopo dkk, 2021).

Secara umum air tanah mengalir dari bagian utara ke selatan dengan gradien hidrolisik menurun yang menjadi ciri khas morfologi air tanah di daerah vulkanik. Zona imbuhan antara 700 mdml – 2968 mdml, zona transisi antara 700 – 200 mdml dan zona pelepasan antara 200 – 0 mdml. Zona resapan mempunyai kontur permukaan air tanah yang relatif rapat, zona transisi yang relatif padat, sedangkan zona dengan kontur yang jarang merupakan zona pembuangan. Pada wilayah selatan yang merupakan daerah keluaran, air tanah pada akuifer bagian bawah mempunyai energi potensial yang relatif besar dan mengalir menurut litologi dengan sifat fisik yang relatif sama dengan akuifer bagian atas, sehingga menyebabkan letak air tanah relatif ke atas dari lapisan bawah akuifer menuju akuifer bagian atas (Hendrayana, 2018).

Material vulkanik Gunung Merapi berfungsi sebagai lapisan akuifer yang sudah terurai menjadi material pasir vulkanik, dimana sebagian besar merupakan bagian dari endapan vulkanik Merapi muda. Endapan ini dibedakan menjadi dua unit formasi geologi, yaitu formasi Sleman (lebih didominasi oleh endapan piroklastik halus dan tufa) di bagian bawah dan formasi Yogyakarta (lebih didominasi oleh pasir vulkanik berbutir kasar hingga pasir berkerikil) di bagian atas. Formasi Yogyakarta dan formasi Sleman berfungsi sebagai lapisan akuifer

utama yang sangat potensial dan membentuk Sistem Akuifer Merapi (SAM). Sistem Akuifer tersebut menerus dari utara ke selatan secara administratif masuk dalam wilayah Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul (DLH Kabupaten Sleman, 2023). CAT Yogyakarta-Sleman memiliki karakteristik material utama porus yang tersusun atas formasi geologi Endapan Gunungapi Merapi Muda (Qmi) yang terdiri atas tuf, abu, breksi, aglomerat, dan leleran lava tak terpisahan (tersusun atas material vulkanoklastik Gunungapi Merapi) (Hendrayana dkk, 2020).

2.3 Permasalahan Terkait Air Tanah di Yogyakarta

Isu terkait permasalahan pencemaran air merupakan salah satu isu prioritas utama yang dihadapi oleh daerah Yogyakarta. Sumber air yang mendominasi penggunaannya oleh masyarakat adalah air sumur disamping air PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dan aktivitas kesehariannya (DLHK DIY, 2022). Seiring berjalannya waktu, wilayah tersebut mengalami perkembangan yang cukup pesat dalam bidang domestik dan non domestik seperti industri dan pertanian. Dampak yang ditimbulkan dari sebab tersebut adalah semakin tingginya kebutuhan air tanah, sehingga menimbulkan degradasi kualitas dan kuantitas air tanah.

Tabel 2.1 Rekapitulasi Triwulan PKAM DIY Kualitas Air Sumur dan Minum 2020

No	Kabupaten	Jumlah Sarana	Sarana di IKL	Jumlah Sarana Kategori R & S	Jumlah Sarana diambil Sampel	Sarana Memenuhi Syarat	Sarana Tidak Memenuhi Syarat
1	Sleman	459	170	133	133	10	105
2	Yogyakarta	102	94	84	84	78	6
3	Bantul	274	221	221	221	187	54
4	Gunung Kidul	112	31	16	16	16	0
5	Kulon Progo	136	40	36	18	6	12

Sumber: DLHK DIY, 2022

Berdasarkan hasil pemantauan dari DLHK Provinsi DIY, dalam Rekapitulasi Triwulan III 2020 PKAM DIY Kualitas Air Sumur dan Minum 2020 sebagaimana yang terdapat dalam tabel 2.1 ditemukan dari 472 sarana yang diambil sampel terdapat 177 sarana yang tidak memenuhi persyaratan. Sampel tersebut banyak terdapat di Kabupaten Sleman, Kabupaten Bantul, dan Kota Yogyakarta. Diantara faktor yang menyebabkan terjadinya pencemaran berasal dari kondisi sistem sanitasi rumah tangga seperti kondisi jamban (DLHK DIY, 2022).

Kualitas air tanah merupakan salah satu aspek persyaratan yang harus dipenuhi untuk air minum. Menurut Permen ESDM No. 31 tahun 2018, Kualitas Air Tanah mencakup sifat fisika, kandungan kimia, serta kandungan bakteridalam air tanah. Paramater yang diuji untuk mengetahui kualitas air tanah adalah parameter fisik (TDS, Kekeruhan, Warna, DHL dan Suhu), parameter kimia (Besi (Fe), Fluorida (F), Kesadahan Total (CaCO_3), Kalsium, Mangan (Mn), Nitrit sebagai N ($\text{NO}_2\text{-N}$), Nitrat sebagai N ($\text{NO}_3\text{-N}$), pH, Seng (Zn), Sianida (Cn), Sulfat (SO_4), Zat Organik (KmnO_4), Krom Valensi 6 (Cr^{+6}), Timbal (Pb), dan Deterjen), dan parameter mikrobiologi (*Total koliform* dan *Fekal koliform*). Hasil uji kualitas air tanah selanjutnya dibandingkan dengan rentang baku mutu ataupun perhitungan status mutu sehingga diketahui kondisi kualitas air tanah apakah masih memenuhi batas toleransi untuk penggunaan domestik dan keperluan air minum. Selain itu juga mengidentifikasi sejauh mana tingkat pencemaran terjadi berdasarkan data pemantauan yang dimiliki serta sumber pencemar yang ada di sekitar pengambilan sampel (DLHK DIY, 2022).

Dalam persyaratan kualitas air minum yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (Permenkes RI) No. 2 Tahun 2023, terdapat parameter wajib yang harus dipenuhi oleh air baku sehingga layak dijadikan sebagai sumber air minum. Parameter wajib tersebut ditunjukkan oleh tabel 2.2.

Tabel 2.2 Parameter Wajib Persyaratan Kualitas Air Tanah

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhibungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E. Coli	CFU/100 ml	0
	2) Total Bakteri Koliform	CFU/100 ml	0
	b. Kimia Anorganik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit	mg/l	3
	6) Nitrat	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/L	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	° C	Suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Klorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5 – 8,5
	7) Seng	mg/l	3
	8) Sulfat	mg/l	250
	9) Tembaga	mg/l	2
	10) Amonia	mg/l	1,5

Sumber: Permenkes RI No. 2 Tahun 2023

Pengujian yang dilakukan DLH Kabupaten Sleman berdasarkan standar baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan untuk air bersih seluruh sumur yang diuji tidak memenuhi baku mutu untuk parameter *total koliform*, dimana yang tertinggi mengandung 32.400

CFU/100 ml. Untuk *fekal koliform*, 38 sumur dari 50 sumur yang diuji juga memiliki nilai melebihi baku mutu, sementara 12 sumur atau 24% memenuhi baku mutu. Tertinggi kandungan konsentrasi *fekal koliform* adalah 8.800 CFU/100 ml. Secara spasial, pencemaran *fekal koliform* cukup banyak terjadi pada beberapa sumur yang berada di Kapanewon Moyudan, juga satu sumur di Kapanewon Tempel selain itu dalam jumlah yang lebih sedikit juga terjadi di Kapanewon Depok. Untuk konsentrasi *total koliform* yang cukup tinggi terjadi di Kapanewon Depok, kemudian di Kapanewon Tempel serta beberapa lokasi sumur di Kapanewon Moyudan (DLH Kabupaten Sleman, 2023).

Pemantauan kualitas air sumur menggunakan standar baku mutu kesehatan lingkungan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus per Aqua, dan Pemandian Umum. Titik sampel dengan konsentrasi parameter Nitrat sebagai N (NO₃-N) yang melebihi ambang batas baku mutu terdapat di 23 titik sampel dari 91 titik sampel pemantauan sumur. Hasil pengujian parameter mikrobiologi air tanah di 91 titik sampel sumur menunjukkan bahwa sebagian besar sampel air tanah melebihi baku mutu. Kondisi pengujian air tanah melebihi baku mutu terdapat di 59 titik pantau sumur atau 64,13% dari sampel keseluruhan (DLH Kota Yogyakarta, 2023).

Sedangkan kondisi air tanah di Kabupaten Bantul berdasarkan hasil pemantauan kualitas air sumur terhadap sejumlah parameter yang dilakukan tahun 2020 yang dibandingkan dengan baku mutu Permenkes No. 32 tahun 2017, menunjukan bahwa sebagian besar sampel air sumur terdapat parameter yang melebihi baku mutu, yakni 54 dari 221 sampel. Parameter tersebut sebagian besarnya ialah *fekal koliform*, *total koliform*, dan nitrat (DLH Kabupaten Bantul, 2020).

Kesimpulan yang dirangkum dari ketiga referensi terkait dengan kualitas air tanah di wilayah CAT Yogyakarta-Sleman menunjukkan bahwa sebagian besar dari wilayah tersebut mengalami pencemaran dengan adanya parameter yang melebihi baku mutu. Parameter yang melebihi baku mutu tersebut didominasi

oleh *total koliform*, *fekal koliform*, dan nitrat. Hal ini menunjukkan adanya indikasi pencemaran dari sistem sanitasi setempat.

Dari segi kontinuitas CAT ini dimana wilayah Sleman dan Bantul termasuk wilayah rawan bencana kekeringan dan banyak mengalami penurunan muka air tanah (DLHK DIY, 2022). Hal ini bisa dilihat dari peta risiko kekeringan di setiap wilayah administrasi CAT Yogyakarta-Sleman sebagian besar wilayahnya memiliki risiko sedang hingga berat, dan hanya sedikit yang termasuk ke dalam risiko rendah. Sehingga ketersediaannya hanya efektif untuk musim penghujan, adapun untuk musim kemarau maka akan berisiko untuk mengalami kekeringan karena sedikitnya imbuhan yang akan diterima. Dari sisi kuantitas, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Paramita (2017) pada beberapa kelurahan di Kota Yogyakarta, dapat diketahui bahwa kondisi imbuhan air tanah selalu mengalami defisit. Nilai defisit yang tinggi umumnya disebabkan oleh kepadatan penduduk yang sangat tinggi. Semakin tinggi kepadatan penduduknya maka semakin tinggi pula nilai defisitnya. Hal ini karena kondisi air tanah sangat dipengaruhi oleh aktivitas penduduk di sekitarnya.

Perkembangan penduduk di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta akan memberikan dampak terhadap berbagai faktor lingkungan, diantaranya terhadap kondisi air tanah. Adapun faktor yang mempengaruhi kondisi kuantitas air tanah adalah sebagai berikut :

1. Bertambahnya penduduk menyebabkan bertambahnya penggunaan air tanah dikarenakan masyarakat yang tinggal di DIY tidak seluruhnya menggunakan air PDAM atau air permukaan untuk pemenuhan kebutuhan air bersih sehari-hari.
2. Penggunaan lahan yang belum sesuai dengan tata ruang sehingga resapan air tanah terus berkurang dan menghalangi infiltrasi air hujan.
3. Petumbuhan aktivitas perdagangan dan jasa mempengaruhi kuantitas air tanah di sekitarnya karena mayoritas masih menggunakan air tanah untuk operasional tanpa adanya penggunaan teknologi hemat air.

Sedangkan faktor yang mempengaruhi kondisi kualitas air tanah adalah

1. Jamban terpadu yang belum optimal berdampak pada tingginya pencemaran air tanah terutama bagi yang jarak jamban dengan sumur masih di bawah 10 meter
2. Kebiasaan masyarakat yang kurang sadar terhadap kebersihan lingkungan
3. Pembuangan limbah yang belum baik sehingga terjadi kebocoran pada instalasi pembuangan limbah (DLHK DIY, 2022).

2.4 Gambaran Sistem Sanitasi di Yogyakarta

Menurut WHO (World Health Organization), sanitasi melingkupi upaya pengendalian semua faktor lingkungan fisik, daya tahan hidup, dan kesehatan manusia (Ferdiansya, 2014). Sanitasi adalah antisipasi penularan dari penyakit menular dengan memutuskan rantai penyebaran dari sumbernya. Upaya sanitasi dasar meliputi dari penyediaan air bersih, pembuangan kotoran manusia, pengelolaan sampah, dan saluran pembuangan air limbah (SPAL) (Pratiwi, 2022). Sistem sanitasi adalah pengumpulan dan pembuangan kotoran manusia dan limbah dengan higienis sehingga tidak membahayakan kesehatan masyarakat (Permana, 2020). Berdasarkan Permen PU No. 4 Tahun 2017, ada dua jenis sistem pembuangan air limbah di Indonesia, yakni Sistem Pembuangan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) berupa sistem pengumpulan yang kemudian dialokasikan ke sub-sistem pengolahan terpusat untuk diolah sebelum dibuang ke badan air dan Sistem Pembuangan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S) yang berupa pengolahan air limbah di lokasi sumber.

Secara umum, jumlah cakupan layanan sanitasi berdasarkan sistem layanan di Provinsi DIY sebagian besar masih menggunakan sistem pengelolaan air limbah setempat atau rumah tangga dengan kecenderungan yang meningkat dari tahun ke tahun. Angka Buang Air Besar Sembarangan (BABS) menunjukkan angka 0 %. Namun, pada tahun 2020 dan 2021 cakupan layanan sanitasi terjadi penurunan disebabkan karena penurunan jumlah penduduk pada tahun tersebut. Persentase tempat pembuangan akhir tinja oleh masyarakat Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul tahun 2021 ditunjukkan oleh tabel 2.3.

Tabel 2.3 Persentase Tempat Pembuangan Akhir Tinja Masyarakat di Kota Yogyakarta, Kab. Sleman, dan Kab. Bantul Tahun 2021

Tempat Pembuangan Akhir Tinja	Tangki Septik dan SPAL	Tempat pembuangan lainnya	Referensi
Kota Yogyakarta	98,13	1,67	BPS Kota Yogyakarta, 2022
Kab. Sleman	99,12	0,88	BPS Kabupaten Sleman, 2022
Kab, Bantul	97,27	2,73	BPS Kabupaten Bantul, 2022

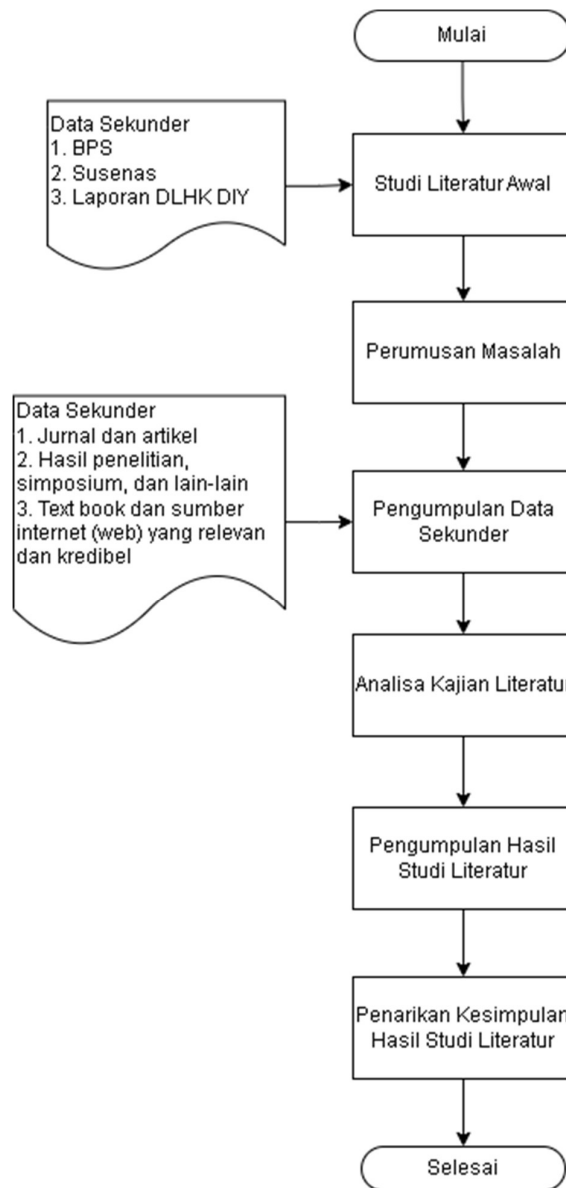
Tempat pembuangan akhir tinja dari sebagian besar rumah tangga yang memiliki fasilitas buang air besar adalah sungai septik dan jaringan SPAL. Proporsinya cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Kedua jenis tempat pembuangan akhir tinja ini telah memenuhi syarat kesehatan. Sisanya adalah rumah tangga dengan tempat pembuangan akhir tinja di lubang tanah atau kebun dan di sawah / kolam / sungai. Kedua jenis tempat pembuangan akhir tinja ini belum memenuhi standar kesehatan dan sanitasi. Meskipun demikian sudah tidak ada rumah tangga dengan tempat pembuangan akhir selain yang telah disebutkan (BABS).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODE STUDI

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian secara umum ditampilkan pada gambar 3.1:



Gambar 3.1. Bagan Alir Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah kajian literatur (*literature study*) dimana seluruh data yang digunakan berasal dari data sekunder (literatur) yang dapat diakses secara resmi dengan sifat dari kajian ini adalah deskriptif. Studi ini diawali dengan studi literatur awal untuk mengetahui kondisi dan permasalahan dari air tanah dan sanitasi secara umum di Yogyakarta sehingga didapatkan permasalahan umum yang terjadi pada kondisi air tanah dan kemudian dilakukan perumusan masalah dari studi ini. Literatur inti yang digunakan berasal dari data BPS berupa Susenas (Survei Kesejahteraan Nasional), Kabupaten Dalam Angka, dan dokumen atau laporan dari instansi terkait seperti Dinas Lingkungan Hidup berupa IKPLHD (Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah). Tahapan berikutnya adalah pengumpulan data sekunder dengan kriteria seleksi yang telah ditetapkan berupa jurnal penelitian dan prosiding seminar, serta laporan penelitian terdahulu, maupun referensi lain yang kredibel. Setelah terkumpulnya dan terseleksinya data, maka dilakukan analisis data sesuai dengan prosedur yang akan dijelaskan pada subbab 3.4. Setelah tahapan ini, maka dilakukan kajian dan penarikan kesimpulan berdasarkan kajian yang telah dilakukan sehingga tujuan dari studi ini tercapai.

3.2 Metode Pengambilan dan Pengumpulan Data

Penelitian ini merupakan kajian literatur dimana akan mengumpulkan data dari penelitian-penelitian terdahulu. Data pada penelitian ini merupakan data sekunder berupa jurnal, artikel, dan dokumen terkait yang diambil dari situs seperti terindeks di Google Scholar, dan situs Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK), dan situs organisasi lainnya sehingga memiliki kredibilitas dan validitas yang dapat dipertanggungjawabkan. Pemilihan Literatur yang digunakan untuk studi ini berupa dokumen BPS (Badan Pusat Statistik) seperti Susenas dan Kabupaten/Kota Dalam Angka, dokumen dari DLH (Dinas Lingkungan Hidup) berupa DIKPLHD, dan referensi lain berupa jurnal-jurnal yang relevan yang terindeks Google Scholar. Pemilihan mesin pencari Google Scholar dikarenakan kemudahan dalam aksesnya serta bisa diakses tanpa biaya secara legal. Target literatur dibatasi berada dalam rentang 15 tahun (2009 – 2023)

yang diharapkan dapat memberikan informasi yang relevan dengan keadaan sesungguhnya. Kata kunci (*keyword*) yang digunakan berupa frasa yang sering muncul berupa "Kerentanan Air Tanah Terhadap Pencemaran", "CAT Yogyakarta-Sleman", "Sanitasi", "pencemaran air tanah", "sebaran bakteri koliform", "sebaran nitrat", dan keyword lainnya yang relevan kemudian dispesifikasi dengan menggunakan perintah ("...") dan penggabungan dua keyword dengan (...&...).

3.3 Kriteria Seleksi Literatur

Kriteria seleksi literatur meliputi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi merupakan kriteria artikel yang diinginkan berdasarkan tujuan studi sehingga masuk ke himpunan artikel yang diterima. Adapun kriteria eksklusi merupakan kriteria khusus yang menjadikan artikel harus dikeluarkan dari kelompok artikel yang masuk ke himpunan artikel yang diterima.

Kriteria inklusi pengumpulan artikel yang diterima yaitu artikel yang terpublikasi dipangkalan data Google Scholar dalam bentuk Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia, tersedia dalam teks lengkap, dan memiliki metode penelitian yang jelas dalam rentang waktu 15 tahun (2009 – 2023), membahas tentang kondisi air tanah, sistem sanitasi, serta kerentanan air tanah terhadap pencemaran, dengan wilayah studi di CAT Yogyakarta-Sleman. Adapun kriteria eksklusi pengumpulan artikel yang diterima adalah artikel yang tidak terpublikasi dengan lengkap dan terpublikasi dibawah tahun 2009, diluar membahas tentang kondisi air tanah, sistem sanitasi, dan kerentanan air tanah terhadap pencemaran, serta tidak terindeks melalui Google Scholar.

3.4 Metode Analisis Data

Pada studi literatur awal digunakan data berupa laporan resmi dari instansi pemerintahan, yakni Badan Pusat Statistik (BPS) dan Dinas Lingkungan Hidup (DLH) di tiga wilayah berupa Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul. Ketiga wilayah tersebut merupakan wilayah yang secara umum berada di wilayah CAT Yogyakarta-Sleman. Data yang didapatkan berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis

isi dengan merangkum isi (*summary*) sehingga didapatkan gambaran umum kondisi dan permasalahan air tanah dan sanitasi di wilayah tersebut.

Selanjutnya dilakukan identifikasi dan pemetaan terhadap lokasi dan tingkat parameter pencemaran yang terjadi (nitrat dan *total koliform*) untuk setiap kecamatan yang kemudian dipetakan berdasarkan referensi yang didapatkan. Setelah itu maka dilakukan pembobotan (skoring) antara parameter pencemaran dengan parameter lainnya, yakni sebaran tangki septik (diasumsikan dengan sebaran permukiman) dan nilai kerentanan air tanah terhadap pencemaran dengan nilai yang telah ditentukan sehingga total nilai risiko dapat diketahui.

Setelah didapatkan pembobotan risiko pencemaran maka dilakukan *overlay* ke peta wilayah CAT Yogyakarta-Sleman yang mana data tersebut diperoleh dari situs GeoPortal DIY sehingga didapatkan peta persebaran pencemaran di wilayah tersebut. Selain itu *overlay* peta juga dilakukan juga ke peta persebaran tangki septik yang ada di wilayah ini yang mana diasumsikan bahwa setiap permukiman memiliki tangki septik dirumahnya. Ini dilakukan karena pendataan akan sebaran tangki septik penduduk sulit untuk dilakukan. Setelah itu dilakukan *overlay* terhadap peta kerentanan air tanah terhadap pencemaran dari hasil penelitian Maulana (2018) sehingga korelasi hubungan antara sebaran pencemaran dengan faktor geologi di CAT Yogyakarta-Sleman dapat diketahui. Hasil yang didapatkan kemudian juga dibandingkan dengan Peta Risiko Air Limbah yang berasal dari SSK (Strategi Sanitasi Kota) setiap daerahnya. Hal ini bertujuan untuk melihat relevansinya dengan studi ini.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Literatur yang Dianalisis

Literatur yang dianalisis dalam studi ini dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Literatur yang Dianalisis

No	Metode	Hasil	Referensi
1	Pengukuran kualitas air tanah pada tahun 2020 dilakukan oleh Dinas Kesehatan DIY dengan sampel air sumur yang diambil dilakukan di 5 Kabupaten / Kota. Lokasi sampel pengujian kualitas air tanah ini dipilih dari sumur-sumur warga yang berada dekat dengan sumber pencemar tertentu sehingga mewakili kualitas air tanah di Yogyakarta.	Sumber air yang banyak digunakan oleh Masyarakat DIY adalah air tanah. Kualitas air tanah yang tidak memenuhi syarat terbanyak adalah Kabupaten Sleman dengan 105 tidak memenuhi syarat dari total sampel 133.	DIKPLHD DIY 2021
2	Pemantauan kualitas air sumur menggunakan standar baku mutu kesehatan lingkungan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus per Aqua, dan Pemandian Umum.	Titik sampel dengan konsentrasi parameter Nitrat sebagai N (NO ₃ -N) yang melebihi ambang batas baku mutu terdapat di 23 titik sampel dari 91 titik sampel pemantauan sumur. Hasil pengujian parameter mikrobiologi air tanah di 91 titik sampel sumur menunjukkan bahwa sebagian besar sampel air tanah melebihi baku mutu. Kondisi pengujian air tanah melebihi baku mutu terdapat di 59 titik pantau sumur atau	DIKPLHD Kota Yogyakarta 2022

No	Metode	Hasil	Referensi
		64,13% dari sampel keseluruhan	
3	<p>pengujian yang didasarkan pada standar baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan untuk air bersih</p>	<p>Dari sumur yang diuji tidak memenuhi baku mutu untuk parameter <i>total koliform</i>, dimana yang tertinggi mengandung 32.400 jmlh/100 ml. Untuk <i>fekal koliform</i>, 38 sumur dari 50 sumur yang diuji juga memiliki nilai melebihi baku mutu, sementara 12 sumur atau 24% memenuhi baku mutu. Tertinggi kandungan konsentrasi Koliform Fekal adalah 8.800 jmlh/100 ml. Secara spasial, pencemaran <i>fekal koliform</i> cukup banyak terjadi pada beberapa sumur yang berada di Kapanewon Moyudan, juga satu sumur di Kapanewon Tempel selain itu dalam jumlah yang lebih sedikit juga terjadi di Kapanewon Depok. Untuk konsentrasi <i>Total koliform</i> yang cukup tinggi terjadi di Kapanewon Depok, kemudian di Kapanewon Tempel serta beberapa lokasi sumur di Kapanewon Moyudan</p>	<p>DIKPLHD Kabupaten Sleman 2022</p>

No	Metode	Hasil	Referensi
4	hasil pemantauan kualitas air sumur terhadap sejumlah parameter yang dilakukan tahun 2020 yang dibandingkan dengan baku mutu Permenkes No. 32 tahun 2017	Sebagian besar sampel air sumur terdapat parameter yang melebihi baku mutu, yakni 54 dari 221 sampel. Parameter tersebut sebagian besarnya ialah <i>fekal koliform</i> , <i>total koliform</i> , dan nitrat	DIKPLHD Kabupaten Bantul 2020
5	Metode yang digunakan adalah <i>Simple Vertical Vulnerability</i> (SVV) dengan tiga parameter penentu. Hasil yang diperoleh dianalisis spasial dengan lima parameter pencemar air tanah yang telah diberikan bobot untuk menyusun zona bahaya air tanah terhadap pencemaran. Selanjutnya dilakukan analisis spasial dengan parameter potensial berdasarkan rencana tata ruang wilayah untuk membuat peta zona risiko air tanah terhadap pencemaran	Zona kerentanan air tanah terhadap pencemaran di CAT Yogyakarta – Sleman dibagi menjadi 3 yaitu zona rendah, sedang, dan tinggi. Zona kerentanan sedang secara dominan menempati wilayah Kabupaten Sleman bagian selatan hingga wilayah pantai di Kabupaten Bantul. Zona kerentanan tinggi berada di Kabupaten Sleman bagian utara dan sebagian wilayah Kecamatan Sedayu.	Maulana (2018)
6	Metode memperkirakan dan menghitung risiko pencemaran air tanah potensi menggunakan Model DRASTIC dari data yang tersedia, dan dikompilasi dataset menjadi skala 1 : 35.000. Kemudian <i>overlay</i> indeks kerentanan air tanah dengan parameter kepadatan penduduk ke peta potensi risiko pencemaran air tanah menilai potensi risiko pencemaran air tanah	Hasil penelitian dengan metode DRASTIC mengklasifikasikan 4,27 % wilayah tergolong sangat rendah; 15,12 % tergolong rendah, 20,17 % tergolong sedang, 43,10 % tergolong tinggi, dan 17,34 % potensi risiko pencemaran sangat tinggi. Model divalidasi dengan konsentrasi E. Coli dengan nilai tinggi terdeteksi pada kelas	Nurroh, Gunawan, dan Kurniawan, (2021)

No	Metode	Hasil	Referensi
		rentan dan risiko polusi tinggi. Hasilnya melebihi 85 % dari total sampel yang nilainya melebihi baku mutu	
7	Studi ini menyelidiki pengaruh curah hujan, perubahan lahan pertanian irigasi, dan tren volume air limbah perkotaan terhadap fluktuasi permukaan air tanah di CAT Yogyakarta-Sleman, Indonesia, dari 2011 hingga 2017. Analisis tren setiap parameter dilakukan dengan menggunakan uji Mann-Kendall.	Formasi Yogyakarta merupakan akuifer dangkal dan berlapis yang mendominasi. Volume air limbah Kota Yogyakarta lebih tinggi dari air limbah yang dihasilkan di Kabupaten Sleman dan Bantul. Nitrat dan E. Coli konsentrasi tinggi pada air tanah Kota Yogyakarta menunjukkan terjadinya infiltrasi air limbah perkotaan, sedangkan Kabupaten Sleman dan Bantul menunjukkan konsentrasi yang rendah atau tidak terdeteksi	Wilopo, Putra, & Hendrayana (2021)
8	Penerapan metode DRASTIC modifikasi dengan sistem informasi geografis (SIG) untuk mengkaji kerentanan air tanah di Kecamatan Kasihan yang mulai terpengaruh dampak perkembangan Kota Yogyakarta	Zona potensi kerentanan tinggi tersebar di wilayah Dataran Kaki Gunung api Merapi Muda. Zona kerentanan rendah terdapat di wilayah Perbukitan Struktural Sentolo dan wilayah peralihannya. Kerentanan air tanah aktual dikategorikan menurut pengaruh potensi risiko dari faktor penggunaan lahan. Keterkaitan kerentanan air tanah potensial dan aktual mengimplikasikan pengaruh faktor penggunaan lahan dalam peralihan status	Wijaya dan Purnama (2018)

No	Metode	Hasil	Referensi
		kerentanan potensial menjadi aktual	
9	Metode analisis multikriteria spasial menggunakan indeks DRASTIC berdasarkan parameter yang digunakan berupa kedalaman permukaan air tanah, curah hujan, jenis akuifer, tekstur tanah, kemiringan lahan, jenis zona tak jenuh, dan konduktivitas hidraulis akuifer.	Faktor yang umum berpengaruh dalam setiap wilayah bervariasi. Faktor paling dominan berupa elevasi muka air tanah serta kemiringan lahan, dan kondisi geologi. Walaupun aplikasi metode DRASTIC tidak dapat menunjukkan secara spesifik tingkat pencemaran terhadap berbagai jenis polutan dan perlu data yang detail, tetapi dapat membantu penentuan wilayah dengan tingkat pencemaran air tanah yang tinggi hingga manajemen dan upaya konservasi air tanah.	Devianto, Lusiana, Ramdani, (2019)
10	Observasi langsung ke lapangan, termasuk pengukuran permukaan air tanah dan jarak septic tank, dan juga membuat kuesioner untuk parameter tersebut	Sanitasi <i>in-situ</i> (setempat) dengan sistem tangki septik rentan menyebabkan pencemaran nitrat dan total koliform. Kegagalan sistem sanitasi setempat tergantung pada umur pemukiman, kepadatan penduduk, penataan sanitasi dan perilaku sanitasi termasuk pola penggunaan air. Adapun hasil studi di kecamatan Bantul menunjukkan korelasi rendah terhadap faktor tersebut.	Heng, S., Putra, D. P. E., & Wilopo, W. (2010)

Dari literatur yang dianalisis, disimpulkan bahwa pencemaran air tanah dengan tren parameter nitrat dan total koliform terjadi di wilayah administrasi di CAT Yogyakarta-Sleman. Kedua parameter tersebut dikaitkan dengan keberadaan sistem sanitasi setempat dengan sistem tangki septik yang rentan menyebabkan terjadinya infiltrasi nitrat dan total koliform. Nitrat dan E. Coli konsentrasi tinggi pada air tanah Kota Yogyakarta menunjukkan terjadinya infiltrasi air limbah perkotaan. Selain karena faktor tersebut, terdapat pula faktor lain yang mempengaruhi sebaran pencemaran. Faktor yang dominan tersebut berupa elevasi muka air tanah serta kemiringan lahan, dan kondisi geologi. Selain itu karakteristik tanah juga berpengaruh pada persebaran pencemaran.

4.2 Lokasi dan Parameter Pencemaran

CAT Yogyakarta-Sleman secara administratif berada di tiga kabupaten / kota, yaitu Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul. Parameter yang dipilih untuk studi ini adalah parameter nitrat dan total koliform. Kedua parameter ini apabila melebihi batas baku mutu mengindikasikan cemaran dari sistem sanitasi dari daerah tangkapan air yang masuk ke akuifer air tanah (DLH Kota Yogyakarta, 2023). Data parameter ini diambil dari Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup (DIKPLHD) yang tersedia di website DLH per wilayah dan diperbarui secara berkala tiap tahunnya dan referensi lain yang mendukung.

Tabel pencemaran dibuat dengan menyarikan berbagai data dan diberikan bobot sesuai dengan tingkat pencemaran yang terjadi. Untuk Parameter nitrat diberikan nilai 0 untuk tidak adanya pencemaran dan nilai 1 untuk menunjukkan terjadinya pencemaran. Sementara untuk parameter koliform diberikan bobot sesuai dengan rentang pencemarannya. Berikut adalah rentang nilai untuk parameter koliform :

1. 0 – 50 CFU/100 ml, diberikan bobot 1
2. 51 – 150 CFU/100 mL, diberikan bobot 2
3. Lebih dari 150 CFU/100 mL, diberikan bobot 3

Setelah itu, skoring bobot dilakukan dengan menjumlahkan setiap parameter pencemar, sehingga nilai maksimal yang diperoleh adalah 4 yang menunjukkan daerah tersebut mengalami tercemar sangat tinggi. Tabel skoring pencemaran ini dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Sebaran Pencemaran Nitrat dan Bakteri Koliform

Kecamatan	Nitrat	Total Koliform	Bobot	Referensi
Gondokusuman	1	3	4	DIKPLHD Kota Yogyakarta 2022
Mantrijeron	1	3	4	
Merngangsang	1	3	4	
Kota Gede	1	3	4	
Kraton	0	3	3	
Wirobrajan	0	3	3	
Umbulharjo	0	3	3	
Danurejan	0	3	3	
Jetis	0	3	3	
Tegalrejo	0	3	3	
Gondomanan	0	2	2	
Pakualaman	0	2	2	
Moyudan	-	3	3	DIKPLHD Kabupaten Sleman 2022
Tempel	-	3	3	
Depok	1	3	4	
Ngemplak	-	3	3	
Ngaglik	-	3	3	
Mlati	-	2	2	
Sleman	-	3	3	
Berbah	-	3	3	
Cangkringan	-	1	1	
Minggir	-	1	1	
Seyegan	-	1	1	
Turi	-	2	2	
Pakem	-	2	2	
Godean	-	2	2	
Gamping	-	2	2	
Kalasan	1	1	2	DIKPLHD Kabupaten Bantul
Pandak	-	2	2	
Piyungan	-	2	2	

Kecamatan	Nitrat	Total Koliform	Bobot	Referensi
Banguntapan	1	3	4	2022 Rahmasari, 2022
Sedayu	-	3	3	
Bantul	-	3	3	
Kretek	-	1	1	
Kasih	1	3	4	
Pajangan	-	1	1	
Jetis	-	3	3	

Keterangan :

4 = Tercemar Sangat Tinggi

3 = Tercemar Tinggi

2 = Tercemar Sedang

1 = Tercemar Ringan

0 = tidak tercemar

- = Tidak ditemukan data

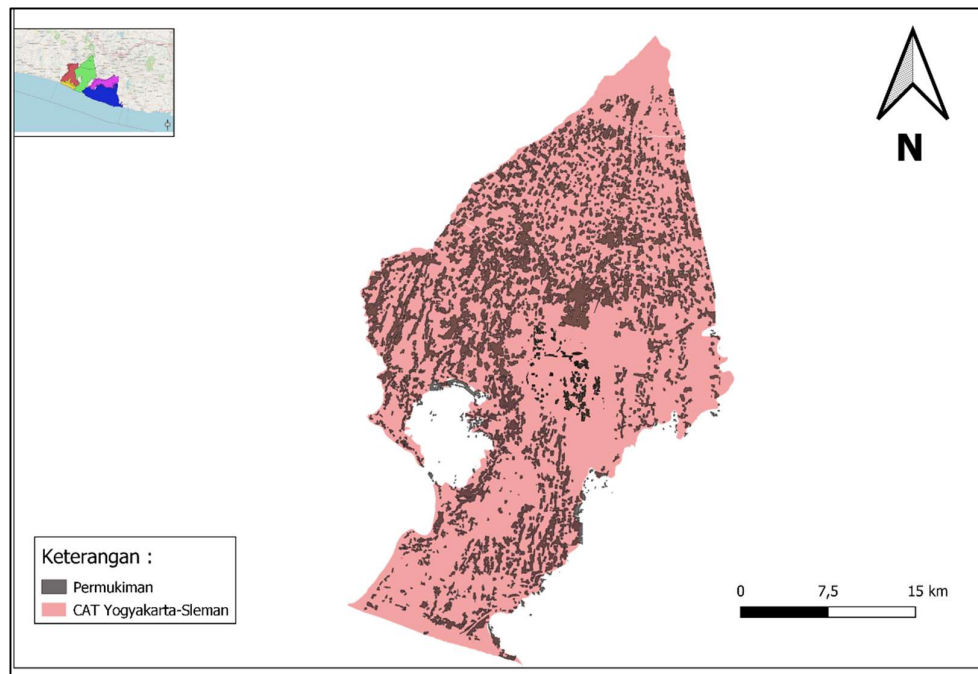
Dari tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa terdapat sejumlah wilayah di CAT Yogyakarta-Sleman yang memiliki nilai skoring pencemaran yang tinggi. Wilayah tersebut meliputi Kecamatan Kasihan dan Banguntapan di Bantul, Gondokusuman, Mergangsan, Mantrijeron, dan Kota Gede di Kota Yogyakarta, serta Kecamatan Depok di Sleman.

4.3 Pemetaan dan *Overlay*

Pemetaan dan *overlay* dalam studi ini bertujuan agar hubungan antara kondisi air tanah dengan sebaran pencemaran dan juga persebaran sistem sanitasi dapat diketahui sehingga zonasi risiko tercemar dapat dipetakan. Sumber data pemetaan yang digunakan untuk membuat pemetaan dan *overlay* berasal dari situs GeoPortal DIY berupa peta dan *layer*, yang kemudian diolah melalui aplikasi *opensource* QGIS. Pemetaan yang dilakukan mencakup sejumlah peta, yakni peta sebaran permukiman, kerentanan air tanah terhadap pencemaran, sebaran nitrat, sebaran koliform, dan *overlay* dari semua *layer* peta tersebut dalam bentuk pembobotan sehingga diperoleh peta risiko air limbah berdasarkan parameter yang telah ditetapkan.

4.3.1 Peta CAT Yogyakarta-Sleman dan permukiman

Overlay peta CAT dengan layer permukiman yang ada di wilayah tersebut pada pemetaan bertujuan untuk menunjukkan asumsi sebaran tangki septik dimana setiap permukiman diasumsikan memiliki tangki septik (Maulana, 2018). Peta dari CAT Yogyakarta-Sleman serta *overlay*-nya dengan *layer* permukiman ditunjukkan oleh gambar 4.1.



Gambar 4.1 Peta Persebaran Permukiman di CAT Yogyakarta-Sleman

4.3.2 Peta Kerentanan Air Tanah terhadap Pencemaran

Kerentanan air tanah adalah sifat alami dari suatu sistem air tanah berupa kepekaan terhadap dampak alami atau manusia. kerentanan air tanah dapat diartikan sebagai kemungkinan pencemar mencapai muka air tanah dalam waktu tertentu (Hendrayana, 2015). Studi terkait kerentanan air tanah terhadap pencemaran di CAT Yogyakarta-Sleman telah dilakukan di beberapa studi penelitian. Studi yang cukup terkini dan mencakup keseluruhan wilayah CAT ini

telah dilakukan oleh Maulana (2018). Studi Maulana memetakan Peta Kerentanan Air Tanah Terhadap Pencemaran dengan metode SVV (*Simple Vertical Vulnerability*) yang menyertakan parameter jenis litologi zona tidak jenuh air, tingkat imbuhan air tanah, dan ketebalan zona tidak jenuh air / kedalaman muka air tanah. Secara umum, wilayah CAT Yogyakarta – Sleman termasuk ke dalam zona risiko air tanah yang tinggi terhadap pencemaran. Zona kerentanan sedang secara dominan menempati wilayah Kabupaten Sleman bagian selatan hingga wilayah pantai di Kabupaten Bantul. Zona kerentanan tinggi berada di Kabupaten Sleman bagian utara dan sebagian wilayah Kecamatan Sedayu.

Peta Kerentanan Air Tanah Terhadap Pencemaran dibuat dengan memakai metode SVV yang menyertakan parameter jenis litologi zona tidak jenuh air, tingkat imbuhan air tanah, dan ketebalan zona tidak jenuh air / kedalaman muka air tanah. Jenis material yang relatif lebih kasar seperti pasir dan kerikil akan memiliki nilai faktor yang kecil. Semakin kecil nilai faktor, maka tingkat kerentanan air tanahnya menjadi lebih tinggi. Sebaliknya, material yang relatif lebih halus seperti lempung akan memiliki nilai faktor yang lebih besar.

Nilai faktor perkolasi yang lebih besar mengindikasikan tingkat perlindungan air tanah yang lebih efektif. Keefektifan perlindungan berkorelasi meminimalkan tingkat kerentanan air tanah. Sebaliknya, nilai perkolasi yang kecil berkorelasi memiliki tingkat kerentanan air tanah yang lebih tinggi. Semakin dekat muka air tanah dengan permukaan tanah atau semakin tipis lapisan penyusun zona tidak jenuh airnya, maka semakin cepat kontaminan terlarut hingga mencapai muka air tanah.

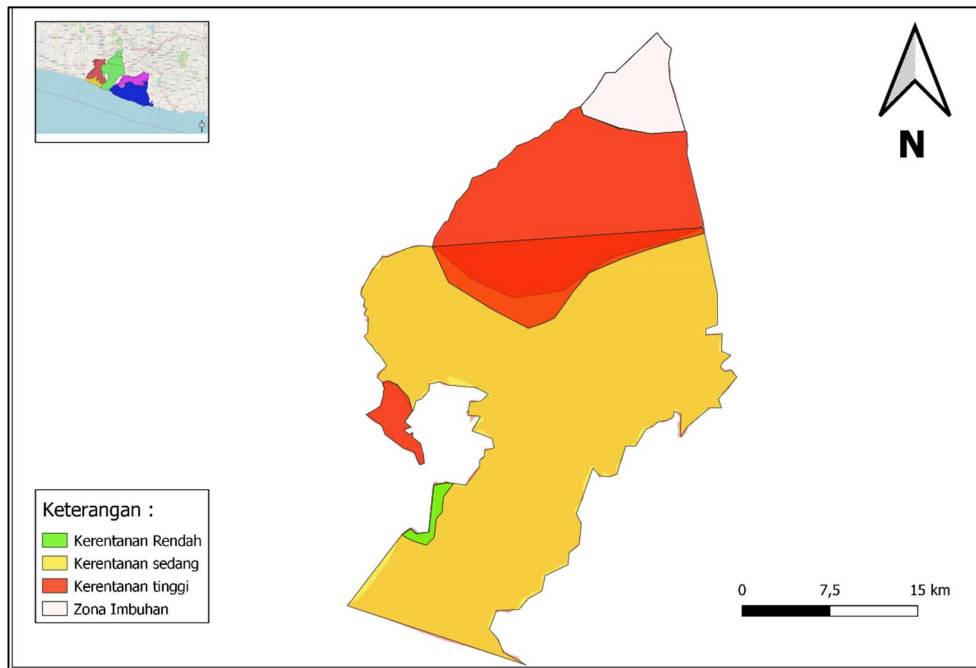
Nilai akhir tingkat kerentanan didapatkan dengan menjumlahkan nilai faktor dari setiap parameter. Penjumlahan tersebut dilakukan setelah ketiga peta parameter ditampalkan. Setelah dilakukan penampalan, terdapat batas-batas wilayah peta yang saling berpotongan. Penjumlahan nilai parameter dilakukan pada setiap perpotongan tersebut. Untuk menentukan tingkat kerentanannya maka nilai akhir yang didapat dicocokkan dengan rentang nilai klasifikasi seperti yang terdapat dalam tabel 4.3.

Tabel 4.3 Penilaian Akhir Metode SVV dan pengklasifikasiannya

Rentang Penilaian Akhir	Keefektifan Perlindungan dari Lapisan Penutup Akuifer	Kerentanan Air Tanah Intrinsik	Waktu Tempuh Relatif di dalam Zona Tidak Jenuh Air	Simbol Warna di Peta
> 70	Sangat Tinggi	Sangat Rendah	> 25 tahun	Hijau
> 65 – 70	Tinggi	Rendah	10 – 25 tahun	Hijau
> 35 – 65	Sedang	Sedang	3 – 10 tahun	Kuning
> 24 – 35	Rendah	Tinggi	Beberapa bulan – 3 tahun	Merah
≤ 24	Sangat Rendah	Sangat Tinggi	Beberapa hari - 1 tahun	Merah

Sumber : Maulana, 2018

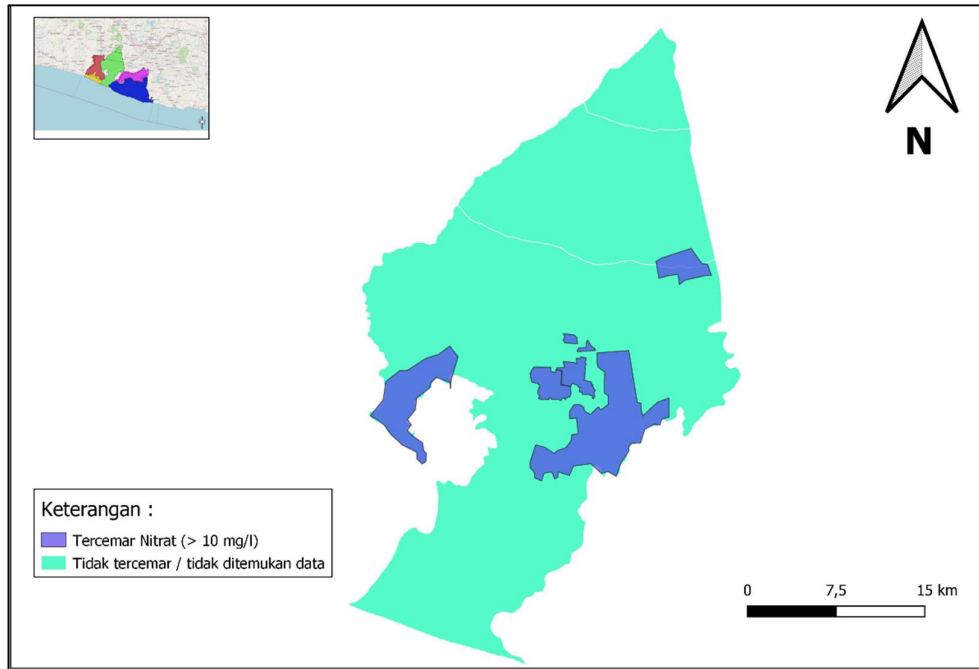
Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa sebagian wilayah Kecamatan Pandak, Srandakan, dan Pundong menjadi wilayah yang memiliki tingkat kerentanan rendah. Sekitar 65% wilayah CAT Yogyakarta – Sleman terutama Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul masuk ke dalam kategori kerentanan sedang. Wilayah Kabupaten Sleman menjadi area yang paling mewakili tingkat kerentanan tinggi. Kerentanan air tanah terhadap pencemaran di CAT Yogyakarta-Sleman ditunjukkan oleh gambar 4.2.



Gambar 4.2 Peta Kerentanan Air Tanah Terhadap Pencemaran di CAT Yogyakarta-Sleman, peta bersumber dari Lampiran 1 dan telah dilakukan pengolahan dengan memindahkan layer ke peta CAT di *QGIS*.

4.3.3 Peta Distribusi Pencemaran Nitrat

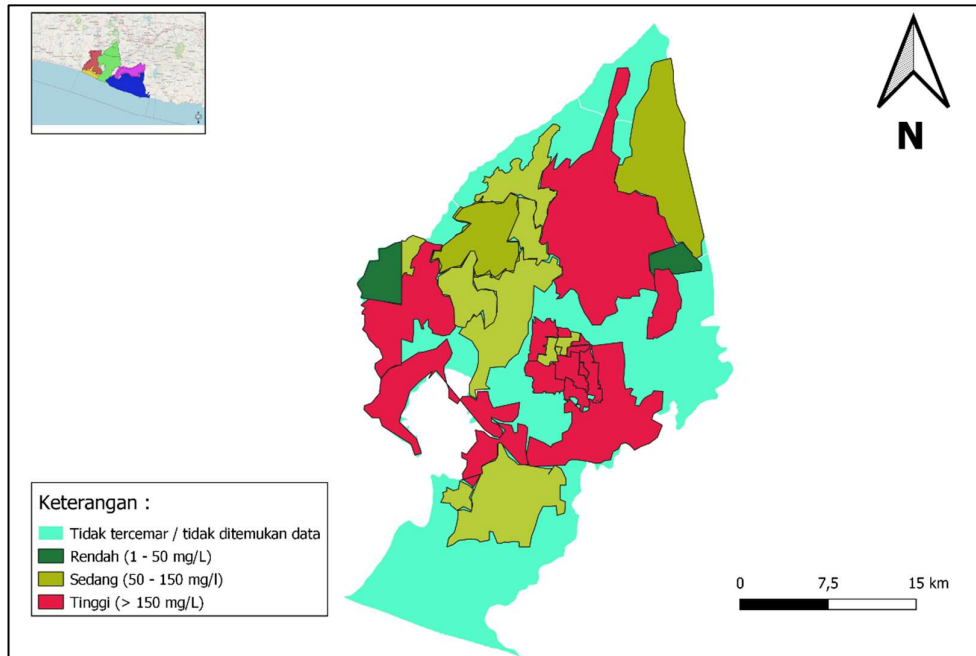
Nitrat merupakan salah satu parameter untuk pencemaran air tanah akibat sistem sanitasi. Hal ini karena sumber nitrat dapat berasal dari limbah domestik manusia, terutama dari feses manusia dan hewan yang mengandung senyawa nitrogen yang kemudian mengalami dekomposisi bahan organik. Dalam studi ini dikumpulkan data pencemaran dari parameter nitrat dari beberapa sumber. Minimnya pembahasan akan parameter ini di laporan resmi DIKPLHD setiap wilayah menjadikan persebaran dari pencemaran parameter tidak dapat dipetakan secara maksimal. Peta distribusi pencemaran nitrat dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Peta Sebaran Nitrat di CAT Yogyakarta-Sleman dari Hasil Skoring

4.3.4 Peta Distribusi Pencemaran Mikrobiologi (Bakteri Koliform)

Bakteri Koliform, terutama bakteri *E. coli*, adalah bakteri yang biasanya ditemukan dalam saluran pencernaan manusia dan hewan. Keberadaan mereka dalam air dapat menunjukkan adanya pencemaran fekal, terutama dari limbah manusia atau hewan. Tentuinya hal ini berdampak pada masyarakat karena mayoritas penggunaan air tanah adalah sebagai sumber air untuk kebutuhan konsumsi. Secara umum, daerah CAT Yogyakarta-Sleman mengalami pencemaran bakteri total koliform dan setiap wilayah memiliki. Sebaran pencemaran ditunjukkan oleh gambar 4.4.



Gambar 4.4 Peta Sebaran Bakteri Koliform di CAT Yogyakarta-Sleman dari Hasil Skoring

4.3.5 Peta Risiko Pencemaran

Peta risiko pencemaran dibuat dengan menggunakan metode pembobotan dari setiap parameter. Parameter yang digunakan berupa bobot pencemaran, sebaran tangki septik, dan nilai kerentanan air tanah terhadap pencemaran. Bobot dari setiap parameter ditunjukkan oleh tabel 4.4

Area berisiko dibobotkan atas 4 (empat) klasifikasi yaitu

1. Risiko Sangat Tinggi, diberikan bobot 4
2. Risiko Tinggi, diberikan bobot 3
3. Risiko Sedang, diberikan bobot 2
4. Kurang Risiko / Tidak Berisiko, diberikan bobot 1.

Tabel 4.4 Kriteria Pembobotan Parameter Risiko Pencemaran

Peta Parameter	Skor Parameter	Subparameter	Kriteria Sub parameter	Skor Sub	Skor Bahaya
Peta Kerentanan Air Tanah Terhadap Pencemaran	0,33	Rendah	> 70 %	1	0,33
		Sedang	> 35 – 70 %	2	0,66
		Tinggi	> 24 – 70 %	3	0,99
		Sangat Tinggi	≤ 24 %	4	1,32
Peta Penyebaran <i>Septic Tank</i>	0,33	Permukiman tidak padat	< 50 %	2	0,66
		Permukiman Menengah	50 – 75 %	3	0,99
		Area Pemukiman Padat	> 75 %	4	1,32
Peta Persebaran Pencemaran	0,34	Rendah	0 – 20 %	1	0,34
		Sedang	21 – 60 %	2	0,68
		Tinggi	61 – 100 %	3	1,02
		Sangat Tinggi	> 100 %	4	1,36
Total	1				

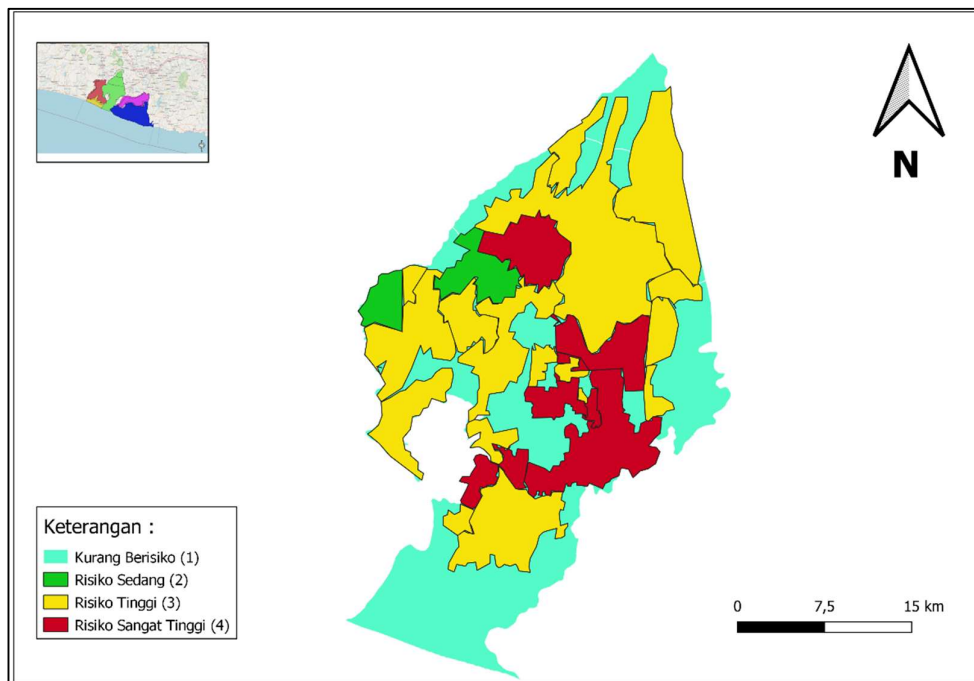
Pada tabel 4.4 telah dipaparkan terkait pembobotan risiko pencemaran yang dilakukan. Porsi yang diberikan setiap parameter dianggap sama. Adapun nilai pembobotan berkisar antara 1 hingga 4 yang menunjukkan tingkatan dari setiap parameter. Pembobotan nilai risiko pencemaran ditunjukkan oleh tabel 4.5

Tabel 4.5 Pembobotan Risiko Pencemaran

Kecamatan	Bobot Pencemaran	Kerentanan Air Tanah terhadap Pencemaran	Permukiman	Nilai Risiko Pencemaran
Gondokusuman	4	3	4	4
Mantrijeron	4	3	4	4
Merngangsang	4	3	4	4
Kota Gede	4	3	4	4
Depok	4	3	4	4
Banguntapan	4	3	4	4
Kasihan	4	3	4	4
Sleman	3	4	4	4
Kraton	3	3	4	3
Wirobrajan	3	3	4	3
Umbulharjo	3	3	4	3
Danurejan	3	3	4	3
Jetis	3	3	4	3
Tegalrejo	3	3	4	3
Tempel	3	4	3	3
Ngemplak	3	4	3	3
Ngaglik	3	4	3	3
Bantul	3	3	4	3
Mlati	2	4	4	3
Pakem	2	4	4	3
Moyudan	3	3	3	3
Berbah	3	3	3	3
Sedayu	3	3	3	3
Jetis	3	3	3	3
Gondomanan	2	3	4	3
Pakualaman	2	3	4	3
Turi	2	4	3	3
Godean	2	3	4	3
Gamping	2	3	4	3
Kalasan	2	3	3	3
Pandak	2	3	3	3
Piyungan	2	3	3	3
Cangkringan	1	4	3	3
Pajangan	1	3	4	3
Minggir	1	3	3	2
Seyegan	1	3	3	2

Kecamatan	Bobot Pencemaran	Kerentanan Air Tanah terhadap Pencemaran	Permukiman	Nilai Risiko Pencemaran
Kretek	1	3	3	2

Dari hasil pembobotan ini, didapatkan wilayah kecamatan dengan risiko sangat tinggi adalah Kecamatan Gondokusuman, Mantrijeron, Mergangsang, Kotagede di Kota Yogyakarta, Kecamatan Sleman dan Depok di Kabupaten Sleman, serta Kecamatan Banguntapan dan Kasihan di Kabupaten Bantul. Secara umum, wilayah CAT Yogyakarta-Sleman berada di risiko tinggi. Hal ini bisa dilihat dari sebaran warna kuning di peta risiko air limbah. Hasil dari pembobotan risiko pencemaran selanjutnya digambarkan melalui peta yang ditunjukkan oleh gambar 4.5.



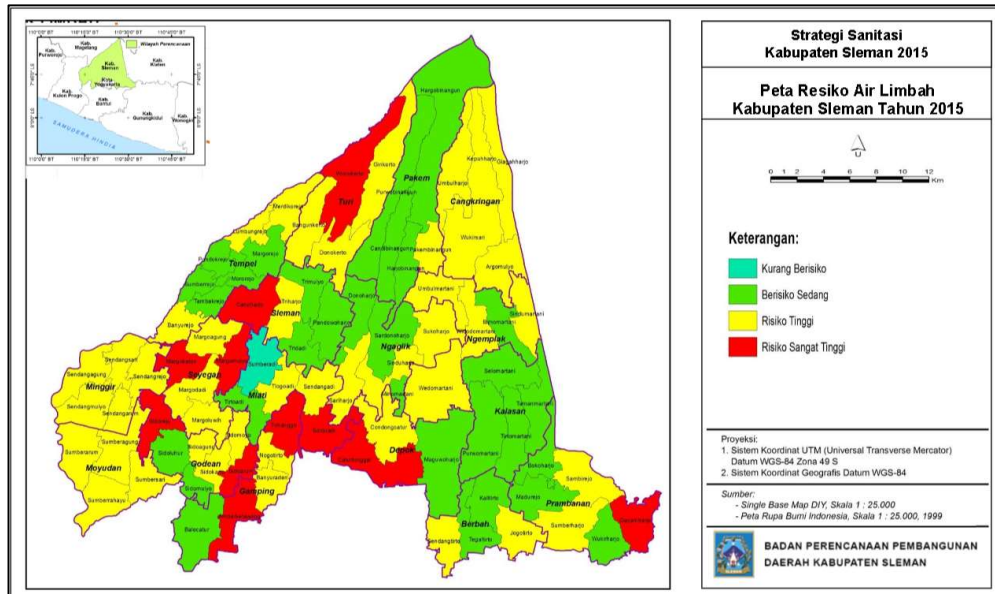
Gambar 4.5 Peta Risiko Air Tanah di CAT Yogyakarta-Sleman, peta ini merupakan agregat skoring mengacu pada tabel 4.5

4.4 Analisis dan Pembahasan

Setelah dilakukan studi literatur, skoring setiap parameter untuk menentukan risiko pencemaran air limbah, dan pemetaan serta overlay, maka dilakukan analisis dari hasil studi. Faktor kerentanan air tanah terhadap pencemaran mengindikasikan adanya faktor lain yang berpengaruh pada persebaran pencemar, yakni faktor geologi. Dari studi Hendrayana, diketahui bahwa wilayah di CAT Yogyakarta-Sleman mayoritasnya memiliki tingkat kerentanan sedang hingga tinggi. Ini disebabkan diantaranya oleh faktor yang dipertimbangkan dalam metode SVV, yakni litologi. Permeabilitas air pada setiap daerah yang berbeda memiliki hubungan dengan tesktur tanah di daerah tersebut, dimana walau berada pada lingkungan yang berdekatan namun dapat memiliki nilai kualitas air yang berbeda (Pratiwi dkk, 2022). CAT Yogyakarta-Sleman secara umum berada di wilayah dengan litologi endapan vulkanik dan diantara material penyusunnya bersifat porus. Kualitas air tanah pada litologi yang memiliki karakteristik mudah menyerap atau meloloskan air akan menyebabkan daerah tersebut lebih mudah untuk memiliki air dengan kualitas yang kurang baik karena sangat mudah untuk meloloskan air yang ada diatasnya.

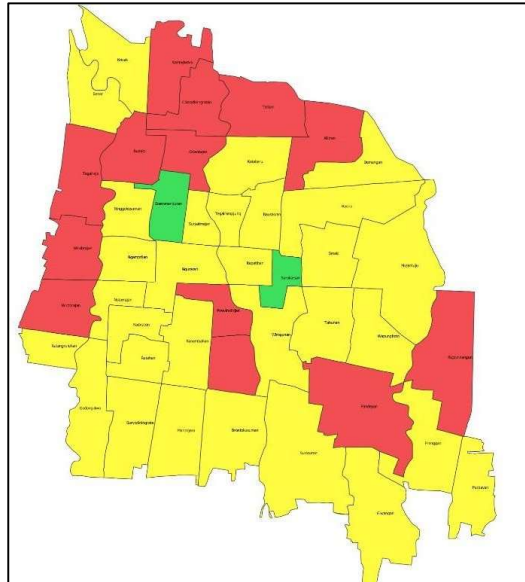
Selanjutnya daerah yang memiliki kerentanan risiko dibandingkan dengan Peta Risiko Sanitasi Air Limbah dalam Strategi Sanitasi Kota. Menurut pedoman penyusunan Buku Putih Sanitasi Kabupaten/Kota, penentuan area berisiko sanitasi air limbah dipengaruhi oleh faktor: kepadatan penduduk, fungsi perkotaan/pedesaan (CBD), dan faktor permasalahan air tanah. (POKJA AMPL, 2014).

Pada Peta Risiko Air Limbah Kabupaten Sleman Tahun 2015, terdapat daerah berisiko sangat tinggi, yakni Kecamatan Turi, Kecamatan Depok, Kecamatan Gamping. Adapun secara umum, Kabupaten Sleman berada di tingkat risiko sanitasi air limbah tinggi. Risiko sedang pada Kabupaten Sleman berada di Kecamatan Berbah, Kecamatan Pakem, dan sebagian Kecamatan Tempel. Peta risiko sanitasi air limbah ditunjukkan oleh gambar 4.6.



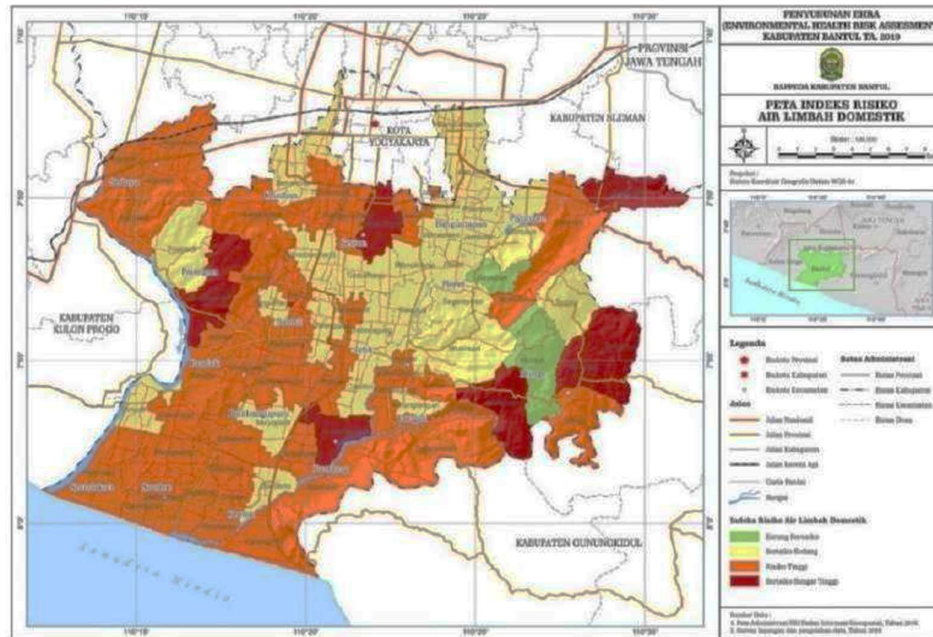
Gambar 4.6 Peta Risiko Air Limbah Kabupaten Sleman 2015 (SSK Kabupaten Sleman 2015)

Berdasarkan perbandingan antara peta risiko yang dibuat dengan peta risiko sanitasi di SSK Kabupaten Sleman 2015, terdapat beberapa daerah yang memiliki risiko berbeda. Hal ini dikarenakan beberapa faktor, seperti rentang pembuatan peta risiko sanitasi yang dibuat berdasarkan data tahun 2015 sedang data untuk pembuatan peta overlay berasal dari tiga tahun kebelakang dan adanya faktor perkembangan penduduk dan aktivitasnya, serta perubahan tata guna lahan. Daerah yang berbeda tersebut adalah Kecamatan Turi, Sleman, Prambanan, Minggir, Ngaglik, Pakem, dan Berbah.



Gambar 4.8 Peta Area Berisiko Air Limbah Domestik Kota Yogyakarta (SSK Kota Yogyakarta 2022)

Berdasarkan Peta Area Berisiko Air Limbah Kota Yogyakarta yang diambil dari SSK tahun 2020, terlihat bahwa mayoritas Kota Yogyakarta memiliki area berisiko tinggi, dan di Kecamatan Tegalrejo, Mergangsan, Gondokusuman, dan Kota Gede. Perbandingan Peta Risiko hasil analisis skoring dengan peta risiko air limbah di SSK Kota Yogyakarta menunjukkan hasil yang cukup sama dimana daerah dengan risiko sangat tinggi per kecamatannya, kecuali daerah Mantrijeron yang dalam skoring menunjukkan risiko sangat tinggi dan juga Tegalrejo yang dalam skoring menunjukkan risiko tinggi. Sehingga masih cukup relevan dengan kondisi terkini.



Gambar 4.8 Peta Indeks Risiko Air Limbah Domestik Kabupaten Bantul (SSK Kabupaten Bantul 2022)

Gambar 4.8 yang merupakan Peta Indeks Risiko Air Limbah Domestik di Kabupaten Bantul berdasarkan SSK Kabupaten Bantul tahun 2022 menunjukkan terdapat sejumlah daerah yang memiliki risiko tinggi hingga sangat tinggi, dan sebagiannya memiliki risiko sedang, dan hanya sejumlah kecil yang mempunyai risiko rendah. Daerah dengan dominasi risiko sangat tinggi hingga tinggi adalah Kecamatan Piyungan, Sewon, Pundong, Pandak, Kasihan, Srandakan, Senden, Kretek, Sedayu, Pajangan, Dlingo, dan Imogiri. Jika dibandingkan dengan hasil skoring yang dilakukan, maka didapatkan bahwa ada sebagian daerah yang tidak termasuk dalam hasil skoring. Daerah tersebut adalah Pundong, Sewon, dan Dlingo. Hal ini dikarenakan keterbatasan data yang ada di referensi yang diacu. Adapun untuk risiko air limbah di Kabupaten ini berdasarkan hasil skoring menunjukkan Kecamatan Kasihan dan Banguntapan mempunyai risiko sangat tinggi. Terdapat perbedaan dimana Kecamatan Banguntapan menurut SSK Kabupaten Bantul 2022 menunjukkan risiko sedang, sedangkan hasil skoring menunjukkan risiko sangat tinggi. Hal ini terjadi karena perbedaan sumber data

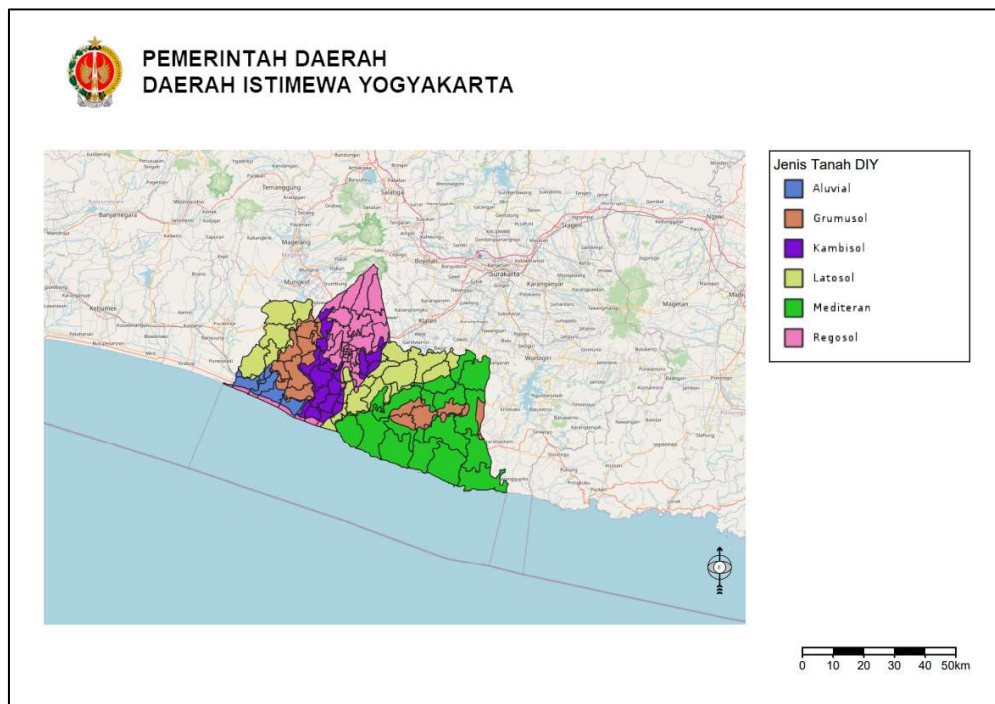
yang diacu dimana penulis mengacu pada DIKPLHD Kabupaten Bantul 2020 yang mana merupakan IKPLHD terakhir yang diunggah di website DLH Kabupaten Bantul.

Dari hasil perbandingan agregat skoring risiko air limbah dengan risiko air limbah dari SSK untuk setiap daerahnya, ditemukan beberapa kekurangcocokan dengan sejumlah peta yang dikeluarkan dari SSK. Hal ini disebabkan oleh parameter atau kriteria skoring untuk penentuan peta yang berbeda antara agregat skoring yang digunakan penulis dengan parameter skoring yang digunakan oleh SSK. Dalam pembuatan zonasi risiko, SSK dan penulis mempertimbangkan faktor kepadatan penduduk dan kondisi umum air tanah. Perbedaannya adalah dalam SSK digunakan fungsi perkotaan atau pedesaan (CBD) sedangkan penulis menggunakan parameter kerentanan air tanah terhadap pencemaran berdasarkan studi yang telah dilakukan oleh Maulana (2018).

Hasil penelitian Wilopo dkk (2021) menunjukkan bahwa Volume air limbah perkotaan Kota Yogyakarta enam kali lebih tinggi dari air limbah perkotaan yang dihasilkan di Kabupaten Sleman dan Bantul. Nitrat dan E. coli konsentrasi tinggi pada air tanah Kota Yogyakarta menunjukkan terjadinya infiltrasi air limbah perkotaan, sedangkan Kabupaten Sleman dan Bantul menunjukkan konsentrasi yang rendah. Imbuhan air tanah dari air limbah perkotaan di Yogyakarta adalah non-point, sedangkan Kabupaten Sleman dan Bantul menunjukkan imbuhan lokal. Pada resapan tersebar, air bergerak dari permukaan atau tanah ke permukaan air tanah karena perkolasi air melalui air tak jenuh di area yang luas, sedangkan resapan lokal mirip dengan sumber titik. Oleh karena itu, infiltrasi air limbah perkotaan di Kota Yogyakarta memiliki dampak yang lebih signifikan dibandingkan Kabupaten Sleman dan Bantul.

Pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa sebagian besar dari wilayah di CAT Yogyakarta-Sleman memiliki jenis tanah regosol, latosol, dan grumusol. Berdasarkan kerapatan massa jenis dari setiap jenis tanah tersebut menunjukkan bahwa jenis tanah tersebut memiliki porositas yang besar. Porositas ini menentukan nilai permeabilitas air tanah menuju akuifer. Tanah grumusol merupakan jenis tanah yang mengembang bila terkena air, menyusut dan menjadi

keras bila kering. Secara kimia, tanah Grumusol tergolong tanah kaya unsur hara karena kemampuan pertukaran kation dan kejenuhan basanya yang tinggi. Kandungan bahan organik tanah vertisol berbeda-beda tergantung bahan sumbernya. Oleh karena itu BJ (berat jenis) pada tanah grmusol ini relatif tinggi dan mempunyai porositas yang baik. Sedangkan tanah BJ regosol rata-rata dengan porositas baik. Regosol sendiri merupakan tanah yang masih dalam tahap pengembangan, terbentuk dari massa bahan induk yang baru diendapkan, dengan kandungan pasir yang tinggi, akan mempunyai porositas yang baik karena didominasi oleh pori-pori yang besar namun kesuburannya rendah. Dimana nutrisi muda terbawa. Adapun Pada tanah Latosol, kandungan unsur hara tanah Latosol relatif rendah, kapasitas tukar kation rendah, dan jumlah basa sedikit. Selain itu, keasaman tanah (pH) rendah, kandungan silika dan seskuioksida rendah, al-dd dan Fe-dd tinggi. Tanah latosol mengandung bahan organik dan nitrogen dalam jumlah cukup tinggi. Tingkat kepadatan partikel tanah juga relatif sedang hingga tinggi (Anwardkk, 2016).



Gambar 4.9 Peta Sebaran Jenis Tanah di DIY (GeoPortal DIY).

Kesimpulan yang dapat diambil dari studi ini adalah berdasarkan hasil skoring yang dilakukan dari akumulasi parameter bobot pencemaran yang menggambarkan kondisi air tanah, permukiman yang mengasumsikan sebaran tangki septik, dan kerentanan air tanah terhadap pencemaran yang menggambarkan faktor geologis di wilayah tersebut. Dari studi ini terdapat sejumlah daerah yang memiliki risiko sangat tinggi terhadap pencemaran. Artinya daerah tersebut sangat rawan untuk mengalami pencemaran akibat air limbah yang ada. Area berisiko terhadap air limbah sangat tinggi berada di Kecamatan Gondokusuman, Mantrijeron, Mergangsan, Kotagede di Kota Yogyakarta, Kecamatan Sleman dan Depok di Kabupaten Sleman, serta Kecamatan Banguntapan dan Kasihan di Kabupaten Bantul. Sedangkan perbandingan daerah tersebut dengan yang ada di SSK setiap wilayah menunjukkan terjadinya perbedaan seiring perbedaan tahun. Hal ini dapat dilihat untuk Kabupaten Sleman, yang mana berdasarkan SSK tahun 2015 terdapat banyak sekali daerah yang mengalami perubahan status risiko. Ini dikarenakan penggunaan data di waktu tersebut telah berubah dengan berkembangnya wilayah di masa ini. Selain itu juga dipengaruhi oleh perbedaan metode skoring yang digunakan antara hasil skoring penulis dengan skoring yang ada di SSK.

Sementara itu, berdasarkan perbandingan dengan faktor lain berupa kerentanan air tanah terhadap pencemaran menunjukkan bahwa daerah yang memiliki kerentanan air tanah terhadap pencemaran yang tinggi memiliki risiko pencemaran yang tinggi pula. Hal ini bisa dilihat dari daerah Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta yang berada di kerentanan tinggi terhadap pencemaran juga menunjukkan risiko pencemaran air limbah yang tinggi juga. Ini menunjukkan adanya faktor geologi tanah yang berpengaruh terhadap sebaran pencemaran di daerah tersebut. Selain itu diperkuat dengan tinjauan pustaka dimana sebagian besar litologi penyusun dari CAT ini bersifat porous.

Jika ditinjau dari jenis tanah serta elevasi permukaan tanah dan air tanah dimana air secara umum mengalir dari sisi utara (Sleman) menuju sisi Selatan (Bantul) sehingga dalam hasil risiko SSK ditemukan daerah selatan mempunyai risiko tinggi yang menunjukkan akumulasi air tanah dari bagian utara. Jika ditinjau

dari karakteristik sebaran jenis tanah yang ada di wilayah ini menunjukkan sebaran jenis tanah yang memiliki sifat porous. Sifat inilah yang menjadikan tanah di suatu wilayah mudah mengalami infiltrasi terhadap pencemaran yang terjadi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil studi ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Kondisi eksisting sistem sanitasi yang ada di Yogyakarta dengan kondisi air tanah memiliki korelasi berupa keberadaan sistem sanitasi setempat yang berdampak signifikan untuk mencemarkan nitrat dan koliform bagi kondisi air tanah disekitarnya. Area berisiko terhadap air limbah sangat tinggi berdasarkan hasil studi berada di Kecamatan Gondokusuman, Mantrijeron, Mergangsang, Kotagede di Kota Yogyakarta, Kecamatan Sleman dan Depok di Kabupaten Sleman, serta Kecamatan Banguntapan dan Kasihan di Kabupaten Bantul.
2. Faktor yang mempengaruhi sebaran kontaminan di CAT Yogyakarta-Sleman diantaranya adalah litologi vulkanik di sebagian besar wilayah CAT ini yang bersifat porus sehingga mudah meresapkan air yang ada diatasnya. Selain itu karakteristik sebaran jenis tanah dominan di CAT ini, yakni regosol, latosol, dan grumusol, memiliki nilai porositas yang besar.

5.2 Saran

Dari hasil studi yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat diberikan saran berupa :

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai hubungan kualitas air tanah yang ada di CAT Yogyakarta-Sleman serta dampak dari keberadaan sistem sanitasi di wilayah tersebut secara berkala setiap tahunnya.
2. Perlunya ketersediaan data kualitas air tanah yang lengkap, terkini, akurat, dan terbuka menjadi hal yang sangat penting sebagai bahan rujukan untuk melakukan kajian dan perencanaan lebih lanjut.

3. Perlunya evaluasi dan monitoring lebih lanjut. Hal ini dikarenakan sebagian besar kualitas air tanah masih terdapat cemaran bakteri koliform dan nitrat. Selain itu perlu adanya pengelolaan lingkungan terhadap kualitas air sehingga parameter kualitas air tidak melewati baku mutu.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, N.K dan Adji T.N. 2018. **Karakteristik Akuifer Bebas Pada Sebagian Cekungan Air Tanah (CAT) Yogyakarta-Sleman di Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.** *Jurnal Bumi Indonesia*, 7(2) : 1-10.
- Anwar, S., Tjahyandari, D., Idris, K., 2016, **Dasar-Dasar Ilmu Tanah (Edisi 2).** Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kabupaten Bantul. 2022. **Studi Strategi Sanitasi Kota Kabupaten Bantul.** Bantul : Pemerintah Kabupaten Bantul.
- Bappeda Kabupaten Sleman. 2015. **Strategi Sanitasi Kota Kabupaten Sleman 2015.** Sleman : Bappeda Sleman.
- Bappeda Kota Yogyakarta. 2020. **Strategi Sanitasi Kota Yogyakarta Tahun 2021-2025.** Pemerintah Kota Yogyakarta, Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. 2023. **Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dalam Angka 2023,** Bantul : BPS Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. 2022. **Indikator Kesejahteraan Rakyat Daerah Istimewa Yogyakarta 2022.** Bantul : BPS Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bantul. 2022. **Statistik Kesejahteraan Rakyat Kabupaten Bantul 2022.** Bantul : BPS Kabupaten Bantul.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman. 2022. **Statistik Kesejahteraan Rakyat Kabupaten Sleman 2022.** Sleman : BPS Kabupaten Sleman.

- Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta. 2022. **Indikator Kesejahteraan Rakyat Kota Yogyakarta 2022**. Yogyakarta : BPS Kota Yogyakarta.
- Brontowiyono, W. 2021. **Buku Ajar Pengelolaan Sumber Daya Air**. Malang: CV. Literasi Nusantara Abadi.
- Cahyadi, A., Riyanto, I. A., Fatchurohman, H., Santosa, S. H. M. B., & Endarto, R. 2020. **Indeks Pemakaian Air tanah di Kota Yogyakarta**. *Tunas Geografi*, 9(1), 43-54.
- Canora, F., & Sdao, F. 2022. **Groundwater Vulnerability to Pollution Assessment**. *Water*, 14(14), 2205. <https://doi.org/10.3390/w14142205>.
- Devianto, L. A., Lusiana, N., & Ramdani, F. 2019. **Analisis Kerentanan Pencemaran Air Tanah di Kota Batu Menggunakan Analisis Multikriteria Spasial dengan Indeks DRASTIC**. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 7(2), 90-104.
- Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi DIY. 2022. **Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLD) Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta 2021**.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bantul. 2021. **Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLD) Kabupaten Bantul 2020**.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman. 2023. **Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLD) Kabupaten Sleman 2022**.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta. 2023. **Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLD) Kota Yogyakarta 2022**.

- Ferdiansya, F. 2014. **Pengaruh Sistem Sanitasi Terhadap Kualitas Air Sumur Dangkal Pada Perumahan Tipe Kecil Di Kota Surabaya.** *Rekayasa Teknik Sipil UNESA, Vol 3 No 3/rekat/14 (2014).*
- Hendrayana, H. 2015. **Kerentanan Air Tanah Terhadap Pencemaran & Pemompaan Lecture Note.** (Diakses dari <https://www.researchgate.net/publication/280035296>).
- Hendrayana, H. 2018. **Cekungan Air Tanah Yogyakarta-Sleman Potensi, Pemanfaatan dan Pengelolaan Air Tanah.** Dalam *APCE (Asia Pacific Centre for Ecohydrologi) Best Learning Pengelolaan Sumber Daya Air. Sekolah Pascasarjana UGM.*
- Hendrayana, H., Riyanto, I. A., & Nuha, A. 2020. **Tingkat Pemanfaatan Air Tanah di Cekungan Air Tanah (CAT) Yogyakarta-Sleman.** *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi, Vol. 4 No. 2, 127-137.*
- Heng, S., Putra, D. P. E., & Wilopo, W., 2010. **The Impact of Sanitation on Groundwater Nitrate Level in Bantul District, Bantul Regency, Yogyakarta Special Province, Indonesia.** *Journal of Applied Geology, 2(2).*
- Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 26 Tahun 2011 Tentang **Penetapan Cekungan Air Tanah**
- Maulana, F.Y., 2018. **Zonasi Risiko Air Tanah Terhadap Pencemaran di CAT Yogyakarta-Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.** Skripsi Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nurroh, S., T. Gunawan, and A. Kurniawan. 2021. **The Spatial Ecology Dynamics of Groundwater Quality: a Case Study of the Urban Environment, Yogyakarta City, Indonesia.** *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 724. No. 1. IOP Publishing.*

- Paramita, Sekar Langit Adesya. 2017. **Kajian Potensi Air Tanah untuk Kebutuhan Domestik Air Masyarakat di Kecamatan Mantrirejon, Kota Yogyakarta.** *Publikasi Ilmiah. Fakultas Geografi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.*
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (Permen ESDM) Nomor 02 tahun 2017 tentang Cekungan Air Tanah.**
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 31 Tahun 2018 tentang Pedoman Penetapan Zona Konservasi Air Tanah.**
- Permen PU No. 4 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.**
- Pokja AMPL. 2014. **Pedoman Penyusunan Strategi Sanitasi Kabupaten / Kota (SSK).**
- Pratiwi, I., 2022. **Evaluasi Sanitasi Lingkungan Di Tpst Piyungan, Bantul, Yogyakarta.** Yogyakarta : Skripsi Teknik Lingkungan FTSP UII.
- Pratiwi, I. N. T., Yushardi Y., Kurnianto, F. A., Astutik, S., dan Apriyanto, B., 2022, **Evaluasi dan Sebaran Kualitas Air Tanah Berdasarkan Parameter Litologi, Tekstur Tanah, dan Limbah di Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember,** *Majalah Pembelajaran Geografi Vol. 5 No. 2, Desember 2022, 82-102.*
- Purnama, S., 2010. **Hidrologi Air Tanah.** Kanisius, Yogyakarta.
- Rahmasari, N., 2022. **Kualitas Air Sumur Gali Berdasarkan Parameter Bakteriologis di Kabupaten Bantul.** *Skripsi Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta).* <http://digilib.unisayogya.ac.id/6697/>.
- Santosa, L.W dan Adji, T.N. 2014. **Karakteristik Akuifer dan Potensi Air Tanah Graben Bantul.** *Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.*

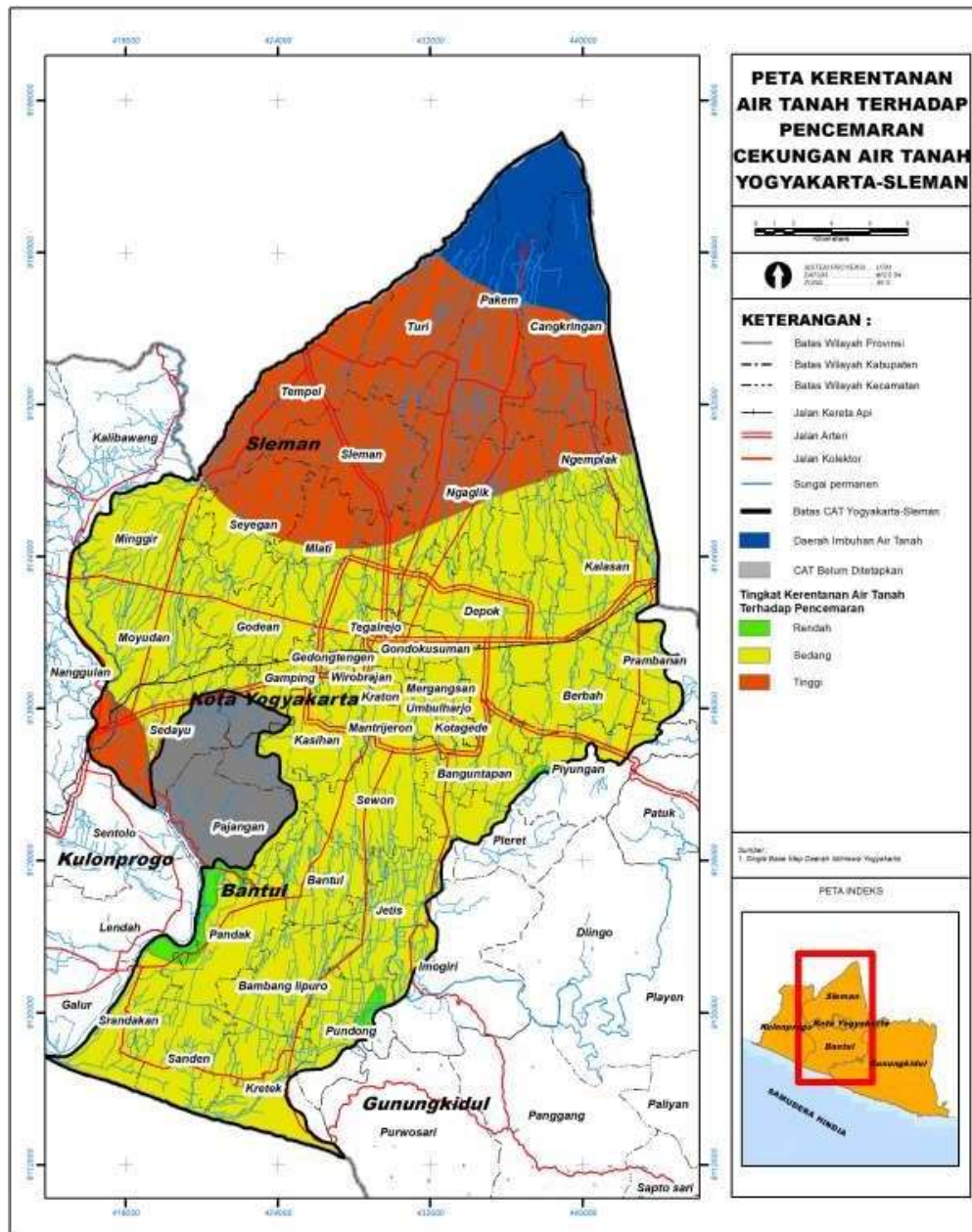
Silaban, Y. C., Carol, J. N., & Christina, E., 2021. **Analisis Sanitasi, Daya Tahan Struktur, dan Sirkulasi Antar Bangunan Permukiman Kumuh Kampung Tua Tanjung Uma terhadap Lingkungan.** *CoMBInES-Conference on Management, Business, Innovation, Education and Social Sciences (Vol. 1, No. 1, pp. 1815-1822).*

Wijaya, K.A. dan Purnama, I.L.S., 2018. **Kajian Kerentanan Air Tanah Terhadap Potensi Pencemaran di Kecamatan Kasihan Kabupaten Bantul.** *Jurnal Bumi Indonesia, 7(1).*

Wilopo, W., Putra, D. P. E., & Hendrayana, H. 2021. **Impacts of Precipitation, Land Use Change and Urban Wastewater on Groundwater Level Fluctuation in the Yogyakarta-Sleman Groundwater Basin, Indonesia.** *Environmental Monitoring and Assessment, 193(2), 76.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 1 – PETA KERENTANAN AIR TANAH TERHADAP
 PENCEMARAN DI CAT YOGYAKARTA-SLEMAN
 (HENDRAYANA & MAULANA, 2018)



"Halaman ini sengaja dikosongkan"

RIWAYAT HIDUP



Ibnu Subagiyo, lahir di Klaten, 2 September 2001, merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Agus Subagiyo, S.E., dan Kamiyem, A.M. Keb. Penulis mengenyam pendidikan di sekolah menengah pertama dan atasnya di Pondok Pesantren Tahfidzul Qur'an (PPTQ) SMPIT – SMAIT Ibnu Abbas Klaten dan lulus tahun 2019. Setelah lulus dari sekolah menengah, penulis melanjutkan pendidikan dengan mengambil program studi Sarjana Teknik Lingkungan Fakultas

Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) di Universitas Islam Indonesia (UII), tempat menimba ilmu dari Bapak dan Kakak.

Selama berkuliah di Universitas Islam Indonesia, penulis pernah mengikuti UKM Riset dan Teknologi (RISTEK) dibawah HMTL UII dan aktif berorganisasi di LDF Al-Mustanir FTSP UII serta SRE (*Society of Renewable Energy*) UII. Saat pandemi Covid-19, penulis banyak mengikuti webinar yang diselenggarakan oleh berbagai instansi yang utamanya membahas masalah lingkungan dan keislaman.