Received: Mei 2023	Accepted: Juli 2023	Published: Oktober 2023

Penilaian Kerentanan Air Tanah Terhadap Pencemaran dengan Menggunakan Metode DRASTIC di Daerah Imbuhan Cekungan Air Tanah Jakarta

Dyah Laksmi Wahyusetyaningtyas[1*], Hari Siswoyo[2], Taat Setiawan[3], Faizal Abdillah[4]

[1,2] Departemen Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya*

[3,4] Balai Konservasi Air Tanah, Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

[*]Email: dylaksmi12@student.ub.ac.id

Abstract

The CAT Jakarta is a critical water resource that extends across several provinces in Indonesia, covering DKI Jakarta, Banten, and West Java. This basin comprises both recharge and discharge areas that support human settlements and various economic activities. The recharge area in CAT Jakarta covers 321.4 km^2 and is densely populated, raising concerns about groundwater contamination. The study used the DRASTIC method to assess groundwater vulnerability, with seven parameters: Depth to Water Table (D), Net Recharge (R), Aquifer Media (A), Soil Media (S), Topography (T), Impact of the Vadose Zone (I), and Hydraulic Conductivity of the Aquifer (C). The vulnerability index obtained that 36.51% of the research area has a low vulnerability level, with values ranging from 101 to 119. The remaining 63.49% has a medium level of vulnerability, with values ranging from 120 to 157. These results suggest that the CAT Jakarta recharge area is at risk of contamination from pollutants with low to moderate intensity. Therefore, it is crucial to monitor and regulate activities that involve the use of groundwater in the area to prevent contamination. This study can guide policymakers and stakeholders in implementing effective management strategies for sustainable groundwater utilization in the CAT Jakarta basin.

Keywords: Groundwater vulnerability, DRASTIC method, groundwater basin, contamination

Abstrak

Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta merupakan CAT lintas provinsi yang melewati Provinsi DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat yang terdiri dari daerah imbuhan dan daerah lepasan. Lokasi penelitian yang berada di Daerah Imbuhan CAT Jakarta memiliki luas 321,4 km^2 yang sudah dipadati oleh permukiman, dikhawatirkan akan mempengaruhi kondisi air tanah terutama terhadap kontaminan. Maka dari itu perlunya mengetahui tingkat kerentanan air tanah yang menggunakan metode DRASTIC yang terdiri dari 7 parameter *Depth to Water Table* (D), *Net Recharge* (R), *Aquifer Media* (A), *Soil Media* (S), *Topography* (T), *Impact of The Vadose Zone* (I), dan *Hydraulic Conductivity of The Aquifer* (C). Besarnya nilai indeks kerentanan air tanah di lokasi penelitian yang dihitung dengan menggunakan metode DRASTIC, didapatkan seluas 36,51 % dari total luas wilayah memiliki tingkat kerentanan rendah dengan rentang nilai 101 hingga 119. Untuk daerah seluas 63,49 % memiliki tingkat kerentanan sedang dengan rentang nilai 120 hingga 157. Hal ini menunjukkan tingkat kerentanan di daerah imbuhan CAT Jakarta memiliki potensi terjadi pencemaran terhadap kontaminan dengan intensitas kecil hingga sedang. Maka dari itu, perlu lebih diperhatikan kembali aktivitas dalam pemanfaatan air tanah pada daerah imbuhan CAT Jakarta, agar dapat terhindar dari adanya kontaminan.

Kata kunci: Kerentanan air tanah, metode DRASTIC, cekungan air tanah, kontaminasi

1. Pendahuluan

Batas atau jumlah ketahanan air tanah terhadap polutan dari permukaan sekitarnya di atas *akuifer* disebut sebagai kerentanan air tanah [1]. Kerentanan ini menjadi ukuran sejauh mana air tanah mampu bertahan terhadap pencemaran. Penilaian terhadap kerentanan air tanah menjadi salah satu acara yang dilakukan dalam menghindari pencemaran air tanah dengan mengetahui tingkat kerentanan air tanah ini menjadi bahan pertimbangan dalam penataan pemanfaatan air tanah. Salah satu metode yang paling terkenal dalam mengidentifikasi kerentanan air tanah adalah metode DRASTIC yang merupakan singkatan dari tujuh parameter, yaitu *Depth to Water Table* (Kedalaman ke muka air tanah), *Net Recharge* (jumlah recharge), *Aquifer Media* (media akuifer), *Soil Media* (tekstur tanah), Topography (topografi), *Impact of The Vadose Zone* (pengaruh zona tak jenuh), dan *Hydraulic Conductivity of The Aquifer* (konduktivitas akuifer).

Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta merupakan CAT lintas provinsi yang melewati Provinsi DKI Jakarta, Provinsi Banten, dan Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan hasil kalkulasi yang dilakukan dengan menggunakan data dari BPS tahun 2020 bahwa terdapat lebih dari 15 juta jiwa penduduk yang tinggal di wilayah CAT Jakarta. Dapat juga dikatakan bahwa wilayah metropolitan yang besar, seperti Jakarta, sudah menjadi daerah pemukiman, padat, atau daerah yang sudah terbangun, dan oleh karena itu dapat diklasifikasikan sebagai tempat yang kedap air [2]. Banyaknya penduduk ini tidak akan lepas dari aktivitas antropogenik seperti kegiatan industri. Dari berbagai kondisi ini tentunya akan mempengaruhi daripada kondisi hidrogeologi dan dikhawatirkan juga akan menyebabkan terjadi pencemaran pada daerah imbuhan CAT Jakarta.

Penelitian terhadap kerentanan air tanah sebelumnya sudah banyak dilakukan [1], [3]-[7]. Namun, umumnya hanya dilakukan pada wilayah administrasi serta batas wilayah cekungan air tanah. Pada penelitian ini, penilaian kerentanan air tanah berfokus pada salah satu sistem cekungan air tanah yaitu pada wilayah imbuhan cekungan air tanah memiliki karakteristik spesifik secara aspek hidrogeologi yang lebih berorientasi pada perlindungan sumber daya air tanah yang kritis dalam cekungan tersebut, seperti sumber air bagi wilayah perkotaan atau pertanian di sekitarnya khususnya pada wilayah daerah lepasan cekungan air tanah.

Tingkat kerentanan air tanah pada daerah imbuhan berfungsi sebagai sumber air tanah kemudian akan mempengaruhi daerah lepasan yang menjadi zona pemanfaatan pada CAT Jakarta dalam sistem hidrogeologi cekungan air tanah. Maka dari itu perlunya mengetahui tingkat kerentanan daerah imbuhan pada CAT Jakarta, dengan menilai besarnya indeks kerentanan air tanah di daerah imbuhan CAT Jakarta dengan menggunakan metode DRASTIC dan memetakan sebaran kerentanan air tanah pada Daerah Imbuhan Cekungan Air Tanah Jakarta. Sehingga dapat diperoleh gambaran mengenai kerentanan air tanah yang ditinjau dari metode DRASTIC sebagai upaya konservasi air tanah pada CAT Jakarta.

2. Metode Penelitian

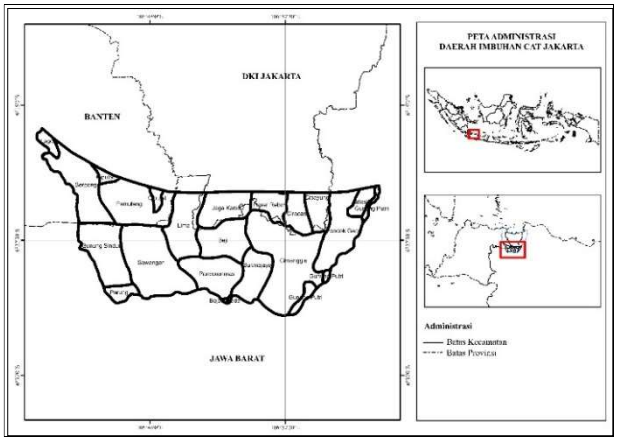
2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Agustus hingga November 2022 yang terdiri dari kegiatan pengumpulan data, perhitungan parameter-parameter DRASTIC, dan penentuan zona kerentanan pada daerah imbuhan CAT Jakarta. Lokasi penelitian yang berada di Daerah Imbuhan CAT Jakarta memiliki luas 321,4 km^2 yang meliputi wilayah administrasi Kabupaten Tangerang, Kota Tangerang Selatan, Kota Administrasi Jakarta Selatan, Kabupaten Bogor, Kota Depok, dan Kota Bekasi seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.

2.2. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliput kedalaman muka air tanah adalah contoh data primer, yang dikumpulkan dari pengamatan langsung di lapangan yang diukur pada 31 sumur di daerah imbuhan CAT Jakarta

dengan menggunakan alat water level meter. Kemudian data sekunder yang didapat dari beberapa instansi meliputi data-data pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta administrasi daerah imbuhan CAT Jakarta

Kondisi litologi di lokasi penelitian didapatkan dengan melakukan interpolasi lapisan litologi dari data yang tersedia dipakai dalam mengetahui lapisan-lapisan di bawah permukaan. Peta jenis tanah dan peta kemiringan lereng diolah dengan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mendapatkan jenis tanah dan kemiringan lereng. Pembagian curah hujan pada lokasi penelitian dilakukan dengan pembagian wilayah dari data yang tersedia menggunakan poligon thiessen.

Tabel 1. Data sekunder penelitian

Data	Sumber Data
Litologi	BKAT-Badan Geologi, 2021, dan DESDM Banten, 2016 [8], [9].
Peta Jenis Tanah	Lembaga Penelitian Tanah oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) serta Badan Informasi Geospasial
Peta Kemiringan Lereng	Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS)
Curah Hujan	Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane serta Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.

2.3. Tahapan Penelitian

Metode DRASTIC metode ini menggabungkan faktor-faktor hidrogeologi melalui perhitungan kerentanan air tanah dilakukan dengan pemberian bobot yang ditunjukkan pada Tabel 2. dan peringkat pada setiap parameternya yang ditunjukkan pada Tabel 3 serta Tabel 4.

Tabel 2. Bobot yang ditetapkan untuk metode DRASTIC [10]

Parameter	Bobot DRASTIC
Kedalaman ke Muka Air tanah *(Dw)*	5
Curah Hujan *(Rw)*	4
Media Akuifer *(Aw)*	3
Tekstur Tanah *(Sw)*	2
Topografi *(Tw)*	1
Pengaruh Zona Tak Jenuh *(Iw)*	5
Konduktivitas Hidraulik dari Akuifer *(Cw)*	3

Setiap parameter DRASTIC diklasifikasikan menurut kisaran tingkatan atau jenis media yang berbeda yang berdampak pada potensi kontaminasi. Setiap rentang parameter telah diberikan peringkat mulai dari 1 hingga 10. Semakin tinggi nilainya, semakin besar kemungkinan jenis parameter DRASTIC tersebut menimbulkan polusi.

Dengan menggunakan persamaan (1), nilai indeks DRASTIC akan dihitung dari total nilai peringkat dan jumlah bobot pada setiap parameter. Nilai DRASTIC yang tinggi mengindikasikan kemungkinan kerentanan terhadap pencemaran dan sebaliknya. Persamaan untuk menentukan DRASTIC index adalah:

$$DI = D_R D_W + R_R R_W + A_R A_W + S_R S_W + T_R T_W + I_R I_W + C_R C_W \quad (1)$$

Dimana:
R = Peringkat
W = Bobot

Nilai indeks DRASTIC, yang mengindikasikan tingkat kerentanan air tanah di suatu wilayah, dihitung dengan menjumlahkan nilai indeks potensi pencemaran. Setelah penentuan nilai indeks DRASTIC, dilakukan identifikasi daerah

tercemar. Semakin besar nilai indeks DRASTIC, maka semakin besar pula potensi atau kerentanan wilayah tersebut terhadap pencemaran. Dengan klasifikasi tingkat kerentanan air tanah dengan metode DRASTIC dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 3. Klasifikasi dan peringkat parameter metode DRASTIC [10]

Parameter	Klasifikasi	Rating
Kedalaman Muka Air tanah	0 - 1,5	10
	1,5 - 4,6	9
	4,6 - 9,5	7
	9,5 - 15,2	6
	15,2 - 22,9	3
	22,9 - 30,5	2
	> 30,5	1
Curah Hujan	0 - 1500	2
	1500 - 2000	4
	2000 - 2500	6
	2500 - 3000	8
	> 3000	10
Media Akuifer	Serpih massif/besar	2
	Batuan beku/ malihan	3
	Lapukan batuan beku/malihan	4
	Endapan batu pasir, gamping, dan rangkaian serpih	6
	Batu pasir massif	6
	Batu gamping massif	6
	Pasir dan kerikil	8
	Basalt	9
	Batu gamping karts	10
Jenis Tanah	Tipis atau tidak ada	10
	Kerikil	10
	Pasir	9
	Gambut	8
	Menyusut dan/atau agregat tanah liat	7
	Lempung berpasir	6
	Lempung	5
	Lanau lempung	4
	Tanah liat lempung	3
	Muck	2
	Nonshrinking dan nonagregat tanah liat	1

Hasil perhitungan kerentanan air tanah dengan metode DRASTIC kemudian diolah ke dalam SIG dengan menjadikan setiap parameter dan nilai kerentanan air tanah ke dalam bentuk peta. Dalam penyusunan peta kerentanan air tanah dilakukan dengan melakukan tumpang susun dari setiap bobot dan peringkat metode DRASTIC.

Tabel 4. Klasifikasi dan peringkat parameter metode DRASTIC [10]

Parameter	Klasifikasi	Rating
Jenis Tanah	Tipis atau tidak ada	10
	Kerikil	10
	Pasir	9
	Gambut	8
	Menyusut dan/atau agregat tanah liat	7
	Lempung berpasir	6
	Lempung	5
	Lanau lempung	4
	Tanah liat lempung	3
	Muck	2
	Nonshrinking dan nonagregat tanah liat	1
Kemiringan Lereng	0 - 2	10
	2 - 6	9
	6 - 12	5
	12 - 18	3
	> 18	1
Zona Tak Jenuh	Lapisan Pengikat	1
	Lempung	3
	Batu kapur	6
	Batu pasir	6
	Endapan batu pasir, gamping, dan serpih	6
	Pasir dan kerikil tercampur lumpur dan lempung	6
	Batuan malihan/batuan beku	4
	Pasir dan kerikil	8
	Basalt	9
	Batu gamping karts	10
Konduktivitas Hidraulik	0 - 0,86	1
	0,86 - 2,59	2
	2,59 - 6,05	4
	6,05 - 8,64	6
	8,64 - 17,18	8
	> 17,18	10

Tabel 5. Klasifikasi kerentanan air tanah metode DRASTIC [11]

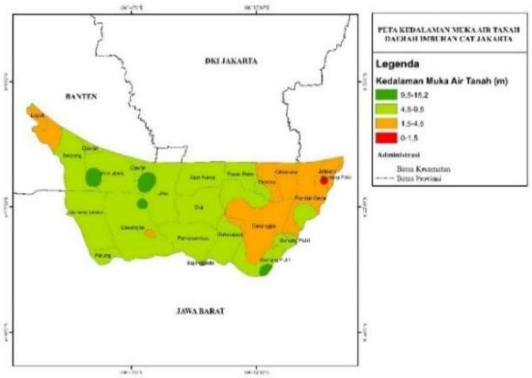
Tingkat Kerentanan	Indeks DRASTIC
Sangat Rendah	<79
Rendah	80 – 119
Sedang	120 – 159
Tinggi	160 – 199
Sangat Tinggi	> 199

3. Hasil Penelitian

3.1. Penilaian Metode DRASTIC Dalam Menguji Kerentanan Air Tanah

Kedalaman ke Muka Air Tanah (*Depth to Water Table*)

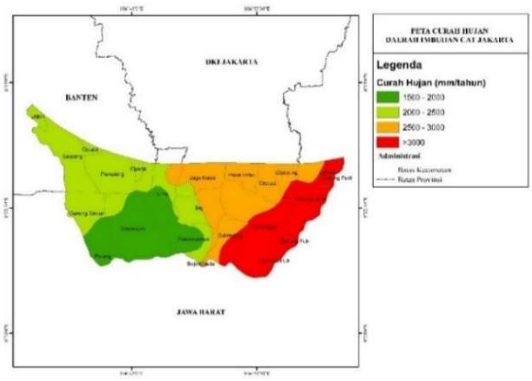
Hasil kedalaman muka air tanah terdalam yaitu sedalam 12,27 meter serta kedalaman terkecil yaitu 1,3 meter dari pengukuran langsung di lapangan. Pada Daerah Imbuhan CAT Jakarta, kedalaman muka air tanah terbagi menjadi 4 peringkat dengan kedalaman 0 – 1,5 m dengan peringkat 10 seluas 8,842 km^2 atau 2,76% dari total luas daerah imbuhan CAT Jakarta, kedalaman 1,5 – 4,6 dengan peringkat 9 seluas 230,56 km^2 atau 72,5%, kedalaman 4,6 – 9,5 m dengan peringkat nilai 7 seluas 80,04 km^2 atau 25,01%, kedalaman 9,5 – 15,2 m dengan peringkat nilai 5 seluas 0,57 km^2 atau 0,18% yang terdapat pada Gambar 2. kedalaman muka air tanah menjadi pengaruh besar pada polutan yang akan melewati lapisan tebal di atas permukaan air tanah sebelum air mencapai permukaan air tanah.



Gambar 2. Peta kedalaman muka air tanah daerah imbuhan CAT Jakarta

Curah Hujan (*Net Recharge*)

Pada Daerah Imbuhan CAT Jakarta, nilai curah hujan terbagi menjadi 4 peringkat dengan curah hujan 1500 - 2000 mm/tahun dengan peringkat nilai 4 seluas 68,762 km^2 atau 21,48% dari total luas daerah imbuhan CAT Jakarta, curah hujan 2000 – 2500 mm/tahun dengan peringkat nilai 6 seluas 101,352 km^2 atau 31,66%, curah hujan 2500 - 3000 mm/tahun dengan peringkat nilai 8 seluas 81,75 km^2 atau 25,54%, dan curah hujan lebih dari 3000 mm/tahun dengan peringkat nilai 10 seluas 68,219 km^2 atau 21,31% seperti yang terdapat pada Gambar 3. Curah hujan menyatakan banyaknya hujan yang jatuh ke permukaan, hal ini akan berdampak pada pencemaran air tanah akibat pengenceran air hujan, yang memungkinkan racun-racun mudah larut dan berpindah ke akuifer [12].



Gambar 3. Peta curah hujan daerah imbuhan CAT Jakarta

Media Akuifer (*Aquifer Media*)

Dari hasil analisis data pada lokasi penelitian bahwa akuifer di daerah imbuhan CAT Jakarta berada pada lapisan pasir, pasir tufaan, dan kerikil yang sudah terkompaksi akibat adanya endapan gunung api sehingga tergolong menjadi batu pasir. Maka dapat ditentukan kategori akuifer media pada CAT Jakarta masuk ke dalam Endapan Batu Pasir, Gamping, dan Serpih yang memiliki peringkat 6. Media akuifer berpengaruh dalam arah dan rute zat pencemar pada jumlah material yang terkontaminasi pada daerah permukaan dalam menembus lapisan akuifer melalui rekahan, permeabilitas, dan porositas.

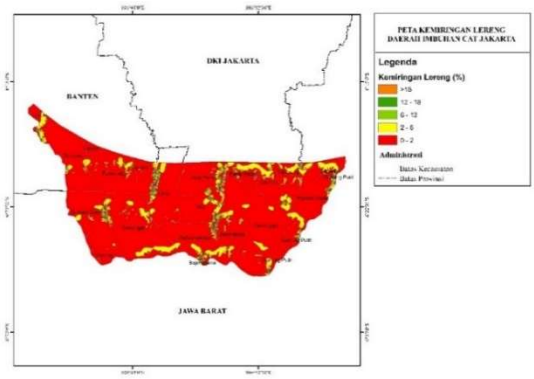
Jenis Tanah (*Soil Media*)

Dari data jenis tanah pada lokasi penelitian, dapat dikategorikan jenis tanah pada CAT Jakarta masuk ke dalam jenis tanah Tanah Liat Lempung yang memiliki peringkat 3 dari penentuan nilai jenis tanah pada metode DRASTIC. Jenis Tanah ini akan memiliki dampak signifikan pada jumlah *recharge* yang dapat menyusup ke tanah pada kemampuan kontaminan untuk bergerak secara vertikal ke zona tak jenuh hingga menyentuh kedalaman muka air tanah. Kemampuan dari material tanah yang ada akan menambah permeabilitas

tanah sehingga membatasi pergerakan kontaminan [13].

Kemiringan Lereng (*Topography*)

Dari hasil pengolahan dengan SIG, didapatkan pada lokasi penelitian terdapat 2 (dua) kondisi kemiringan lereng, yaitu kemiringan 0 – 2 % dengan luas daerah yaitu 32,624 km^2 atau 9,89% dari total luas daerah imbuhan CAT Jakarta. Serta kemiringan 2 – 6 % dengan luas daerah yaitu 290,63 km^2 atau 88,09%. Pada Daerah Imbuhan CAT Jakarta, nilai kemiringan lereng terbagi menjadi 2 peringkat dengan kemiringan 0 – 2 % dengan peringkat nilai 10 dan kemiringan 2 – 6 % dengan peringkat nilai 9 seperti pada Gambar 4. Dari hasil analisis ini, dapat dilihat bahwa pada daerah penelitian memiliki kemiringan lereng pada lokasi penelitian cenderung landai. Topografi membantu mengontrol kemungkinan polutan akan lepas atau tetap berada di permukaan di satu area yang cukup lama untuk menyusup. Oleh karena itu, semakin besar peluang infiltrasi, semakin tinggi potensi polusi yang terkait dengan lereng [10].

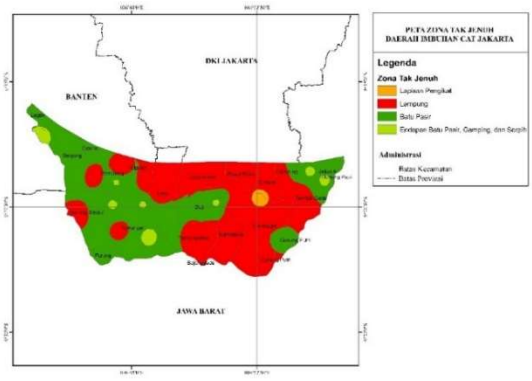


Gambar 4. Peta kemiringan lereng daerah imbuhan CAT Jakarta

Pengaruh Zona Tak Jenuh (*Impact of Vadoze Zone*)

Pada konsep hidrostratigrafi yang mengacu pada pendekatan litologi hasil data bor terdapat 2 zona pembagian sistem air tanah akitar pada CAT Jakarta yaitu batu pasir dan batu lempung. Berdasarkan penjelasan tersebut, pada daerah imbuhan CAT Jakarta, zona tak jenuh berada pada lapisan pasir, pasir tufaan, dan kerikil yang sudah terkompaksi akibat adanya endapan gunung api sehingga tergolong menjadi batu pasir serta lapisan lempung.

Pada Daerah Imbuhan CAT Jakarta, zona tak jenuh terdapat pada lapisan pasir dan pasir tufaan yang sudah terlitifikasi atau kompaksi menjadi batu pasir, sehingga masuk ke dalam kategori batu pasir yang memiliki peringkat 6 yang memiliki luas 146,466 km^2 atau 45,76%. Kemudian lapisan gravel atau kerikil yang masuk ke dalam klasifikasi endapan batu pasir, gamping, dan serpih yang memiliki peringkat 6 dengan luas 9,06 km^2 atau 2,83%. Kemudian terdapat lapisan tanah/pengikat yang memiliki peringkat 1 dengan luas 2,822 km^2 atau 0,88%, dan lapisan lempung dengan peringkat 3 yang memiliki luas 161,699 km^2 atau 50,52% seperti pada Gambar 5. Karakteristik material, yang meliputi jenis dan batasan tanah dan batuan di bawah muka air tanah, dapat digunakan untuk menentukan karakteristik material di wilayah zona tak jenuh. Material-material ini kemudian disebut sebagai media. Nantinya, media akan mengarahkan dan memperpanjang jalur air yang terinfiltrasi ke muka air tanah.



Gambar 5. Peta zona tak jenuh daerah imbuhan CAT Jakarta

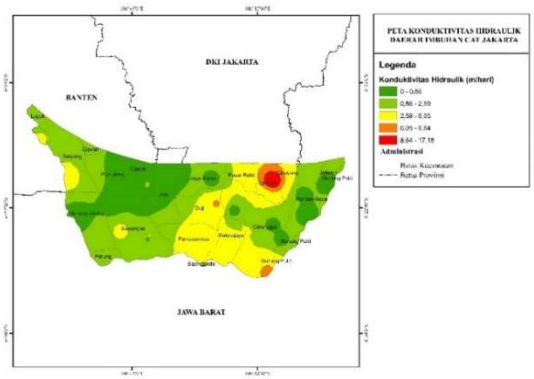
Konduktivitas Hidraulik (*Conductivity Hydraulic*)

Nilai Konduktivitas hidraulik didapatkan melalui pembobotan modifikasi antara jenis dan tebal lapisan dilihat melalui lapisan litologi dari hasil interpolasi lapisan bawah permukaan. Kemudian setiap lapisan yang terdapat di bawah muka air tanah ditentukan nilai konduktivitas hidraulik melalui tabel representasi konduktivitas hidraulik bahwa akuifer yang terdapat pada CAT Jakarta terdiri

atas batu pasir, konglomeratan, breksi, dan sisipan batu lempung. Maka dari itu, dari hasil interpolasi data litologi pada daerah imbuhan CAT Jakarta, akuifer berada pada lapisan pasir, pasir tufaan, dan kerikil yang sudah terkompaksi akibat adanya endapan gunung api sehingga tergolong menjadi batu pasir dengan sisipan lempung. Kemudian dilakukan pembobotan modifikasi dengan menentukan nilai konduktivitas hidraulik melalui tabel representasi konduktivitas hidraulik.

Pada Daerah Imbuhan CAT Jakarta, nilai konduktivitas hidraulik terbagi menjadi 6 peringkat dengan nilai konduktivitas hidraulik 0 – 0,86 m/hari dengan peringkat nilai 1 dengan luas 82,155 km^2 atau 25,68% dari total luas daerah imbuhan CAT Jakarta, 0,86 – 2,59 m/hari dengan peringkat nilai 2 dengan luas 154,921 km^2 atau 48,42%, 2,59 – 6,05 m/hari dengan peringkat nilai 4 dengan luas 74,947 km^2 atau 23,42%, dan nilai 8,64 – 17,18 m/hari dengan peringkat nilai 8 seluas 7,955 km^2 atau 2,49% seperti pada Gambar-6. Konduktivitas hidraulik mengacu pada laju aliran air tanah yang mengontrol laju di mana kontaminan akan dipindahkan menjauh dari titik di mana ia memasuki akuifer [10]. Apabila konduktivitas hidraulika suatu batuan semakin besar, maka kontaminasi yang terjadi akan semakin besar pula [14].

Hasil analisis parameter metode DRASTIC pada daerah Imbuhan CAT Jakarta memiliki dua tingkat kerentanan, yaitu tingkat Kerentanan Rendah dengan rentang nilai 101 hingga 119 yang terletak pada 12 titik lokasi sumur pengamatan. Kemudian terdapat tingkat Kerentanan Sedang dengan rentang nilai 120 hingga 157 yang terletak pada 19 titik lokasi sumur pengamatan seperti yang tertera pada tabel 6. Daerah penelitian yang memiliki tingkat kerentanan rendah, dipengaruhi besar oleh kedalaman muka air tanah yang berkisar antara 4,6 hingga 9,5 meter, dengan semakin dalamnya muka air tanah, maka kontaminan akan semakin lama dalam mencapai akuifer. Jumlah curah hujan pada kerentanan rendah ini



Gambar 6. Peta konduktivitas hidraulik daerah imbuhan CAT Jakarta

berkisar 2000 hingga 3000 mm/tahun. Media akuifernya tersusun atas endapan batu pasir, gamping, dan rangkaian serpih yang memiliki porositas yang baik dalam menghantarkan aliran air tanah, sehingga memiliki kemungkinan baik dalam menghantarkan kontaminan. Jenis tanah pada lokasi penelitian memiliki jenis tanah liat lempung, di mana tekstur jenis tanah ini adalah solid, sehingga memiliki tingkat porositas yang buruk.

Pada daerah penelitian dengan tingkat kerentanan rendah kemiringan lereng didominasi dengan kemiringan yang landai, yang memiliki kemiringan 0-2% yang memungkinkan limpasan mengalir lebih lambat pada permukaan, sehingga meningkatkan jumlah kontaminan yang masuk ke dalam tanah. Untuk zona tak jenuh (*vadose zone*) pada daerah kerentanan rendah terdiri dari lempung yang memiliki porositas buruk dalam menghantarkan kontaminan hingga batu pasir yang memiliki porositas baik dalam menghantarkan kontaminan, sehingga masih terdapat wilayah pada kerentanan rendah yang memiliki kemungkinan dalam tercemar kontaminan, karena lapisan pada zona tak jenuh juga sangat mempengaruhi dalam kerentanan air tanah Kemudian konduktivitas hidraulik pada daerah ini, memiliki kisaran 0,03 hingga 6,05 m/hari, di mana semakin kecil nilai konduktivitas hidraulik, maka semakin kecil pergerakan kontaminan pada akuifer. Daerah penelitian dengan tingkat kerentanan rendah dapat dikatakan bahwa daerah ini memiliki kemungkinan dengan intensitas kecil dalam terjadi pencemaran oleh kontaminan [14].

Untuk daerah penelitian yang memiliki tingkat kerentanan sedang juga dipengaruhi besar oleh kedalaman muka air tanah yang berkisar antara 1,3 hingga 9,5 meter, dengan semakin dangkalnya muka air tanah, maka kontaminan akan semakin cepat dalam mencapai akuifer. Jumlah curah hujan pada kerentanan sedang ini berkisar antara 2000 hingga lebih dari 3000 mm/tahun. Media akuifer dan jenis tanah pada daerah ini sama dengan pada daerah kerentanan rendah.

Kemudian pada daerah penelitian dengan tingkat keretanan sedang kemiringan lereng didominasi dengan kemiringan yang landai hingga sedikit curam, yang memiliki kemiringan 0-2% dan 2-6% yang memungkinkan limpasan mengalir lebih lambat pada permukaan, sehingga meningkatkan jumlah kontaminan yang masuk ke dalam tanah. Untuk zona tak jenuh (*vadose zone*) pada daerah kerentanan sedang terdiri dari lempung yang memiliki porositas buruk

Tabel 6. Nilai indeks DRASTIC untuk kerentanan air tanah pada daerah imbuhan CAT Jakarta

Kode Sumur	Parameter							DRASTIC Index	Kategori Kerentanan
	D (Dw*Dr)	R (Rw*Rr)	A (Aw*Ar)	S (Sw*Sr)	T (Tw*Tr)	I (Iw*Ir)	C (Cw*Cr)		
Sumur - 1	35	24	18	6	10	30	3	126	Sedang
Sumur - 2	35	24	18	6	10	30	12	135	Sedang
Sumur - 3	25	24	18	6	10	15	6	104	Rendah
Sumur - 4	35	24	18	6	10	15	3	111	Rendah
Sumur - 5	45	24	18	6	9	30	6	138	Sedang
Sumur - 6	35	24	18	6	10	30	3	126	Sedang
Sumur - 7	35	32	18	6	10	15	3	119	Rendah
Sumur - 8	45	16	18	6	10	30	12	137	Sedang
Sumur - 9	35	16	18	6	10	30	3	118	Rendah
Sumur - 10	35	16	18	6	10	15	3	103	Rendah
Sumur - 11	35	16	18	6	10	15	12	112	Rendah
Sumur - 12	35	24	18	6	10	15	3	111	Rendah
Sumur - 13	25	24	18	6	10	15	3	101	Rendah
Sumur - 14	25	16	18	6	10	30	3	108	Rendah
Sumur - 15	45	40	18	6	10	15	3	137	Sedang
Sumur - 16	35	40	18	6	10	15	3	127	Sedang
Sumur - 17	45	32	18	6	10	30	6	147	Sedang
Sumur - 18	50	40	18	6	10	30	3	157	Sedang
Sumur - 19	35	40	18	6	10	15	12	136	Sedang
Sumur - 20	35	32	18	6	10	30	12	143	Sedang
Sumur - 21	35	40	18	6	10	30	3	142	Sedang
Sumur - 22	45	32	18	6	10	15	3	129	Sedang
Sumur - 23	35	40	18	6	10	15	12	136	Sedang
Sumur - 24	35	16	18	6	10	15	12	112	Rendah
Sumur - 25	25	40	18	6	9	15	12	125	Sedang
Sumur - 26	45	40	18	6	10	15	6	140	Sedang
Sumur - 27	45	40	18	6	10	15	12	146	Sedang
Sumur - 28	45	40	18	6	10	15	6	140	Sedang
Sumur - 29	35	32	18	6	10	5	12	118	Rendah
Sumur - 30	45	32	18	6	10	15	24	150	Sedang
Sumur - 31	35	32	18	6	10	15	3	119	Rendah

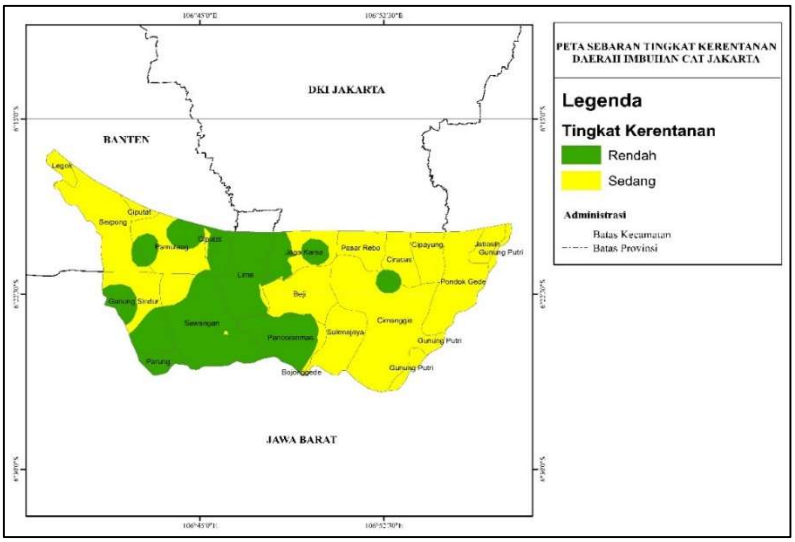
dalam menghantarkan kontaminan, hingga batu pasir yang memiliki porositas baik dalam menghantarkan kontaminan, sehingga masih terdapat wilayah pada kerentanan sedang yang memiliki kemungkinan dalam tercemar kontaminan, karena lapisan pada zona tak jenuh juga sangat mempengaruhi dalam kerentanan air tanah. Kemudian konduktivitas hidraulik pada daerah ini, memiliki kisaran 0,03 hingga 12 m/hari, yang mana semakin besar nilai konduktivitas hidraulik, maka semakin cepat pergerakan kontaminan pada akuifer. Daerah penelitian dengan tingkat kerentanan sedang dapat dikatakan bahwa daerah ini memiliki sifat yang dapat terjadi pencemaran oleh kontaminan [14].

3.2Pemetaan Sebaran Kerentanan Air tanah

Dari hasil pemetaan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG), dapat dilihat pada Gambar-9 bahwa dari total luas daerah imbuhan yaitu 321,4 km^2, seluas 117,343 km^2 atau 36,51 % dari total luas wilayah memiliki tingkat kerentanan rendah. Untuk daerah seluas

204,057 km^2 atau 63,49 % dari total luas wilayah memiliki tingkat kerentanan sedang.

Untuk wilayah dengan tingkat kerentanan rendah berada pada Kecamatan, Pamulang, Ciputat, Lima, Jagakarsa, Gunung Sindur, Parung, Sawangan, Pancoranmas, sebagian kecil di Cimanggis dan Ciracas. Wilayah dengan tingkat kerentanan sedang berada pada Kecamatan Legok, Serpong, Ciputat, Pamulang, Gunung Sindur, Beji, Pasar Rebo, Ciracas, Cipayung, Pondok Gede, Jatiasih, Gunung Putri, Sukmajaya, dan Cimanggis. Pada wilayah dengan tingkat kerentanan sedang ini memerlukan fokus lebih dalam kegiatan pemantauan.



Gambar 7. Peta sebaran kerentanan air tanah daerah imbuhan CAT Jakarta

4. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan nilai indeks kerentanan air tanah di daerah imbuhan Cekungan Air Tanah Jakarta dari sumur-sumur pengamatan yang dihitung dengan menggunakan metode DRASTIC, didapatkan rentang nilai 101 hingga 157. Dengan tingkat Kerentanan Rendah dengan rentang nilai 101 hingga 119 dan tingkat Kerentanan Sedang dengan rentang nilai 120 hingga 157. Untuk sebaran kerentanan air tanah di daerah imbuhan Cekungan Air Tanah Jakarta dari total luas daerah imbuhan yaitu 321,4 km^2, seluas 116,872 km^2 atau 36,51 % dari total luas wilayah memiliki tingkat kerentanan rendah. Untuk daerah seluas 203,214 km^2 atau 63,49 % dari total luas wilayah memiliki tingkat kerentanan sedang.

5. Saran

Kerentanan air tanah menjadi aspek penting dalam melakukan konservasi air tanah, sehingga dibutuhkan regulasi terhadap pemanfaatan air tanah sehingga dapat lebih tepat guna dan terjaga keberlanjutannya. Kemudian perlu untuk memperhatikan kembali aktivitas-aktivitas pada permukaan agar tidak menyebabkan kontaminasi yang akan mencemari air tanah karena masih terdapat potensi kerentanan air tanah pada daerah imbuhan CAT Jakarta akibat kontaminan yang berasal dari permukaan.

6. Daftar Pustaka

[1] M. Hosseini and A. Saremi, “Assessment and Estimating Groundwater Vulnerability to Pollution Using a Modified DRASTIC and GODS Models (Case Study: Malayer Plain of Iran),” *Civ. Eng. J.*, vol. 4, no. 2, p. 433, 2018, doi: 10.28991/cej-0309103.

[2] F. E. Septriana *et al.*, “Dampak Perubahan Tutupan Lahan Pada Sistem Hidrologi di Jakarta (The Effect of Land

Cover Change to Hydrological System in Jakarta) Fentinur," *Maj. Ilm. Globe*, vol. 22, no. 1, pp. 51–58, 2020.

[3] T. N. Adji *et al.*, "Kajian Kerentanan Air tanah di Cekungan Air tanah (CAT) Wates Kabupaten Kulon Progo," *Media Komun. Geogr.*, vol. 23, no. 1, pp. 25–43, 2022, doi: 10.23887/mkg.v23i1.42198.

[4] R. A. M. Cansa, A. Januari, and U. C. Rahayuningtyas, "Analisis Kerentanan Air tanah Terhadap Pencemaran Menggunakan Metode Drastic di Kabupaten Rembang Bagian Barat," vol. 4, no. 1, pp. 37–48, 2023.

[5] A. B. I. Zhafirah Azzah, Aditya Pandu Wicaksono, "Kajian Kerentanan Air tanah dengan Metode DRASTIC di Kalurahan Jatisarono," vol. 3, no. (1), pp. 318–326, 2021.

[6] T. T. Putranto and B. Kuswoyo, "Zona Kerentanan Air tanah Terhadap Kontaminan Dengan Metode Drastic," *Teknik*, vol. 29, no. 2, pp. 110–119, 2012.

[7] A. Barbulescu, "Assessing groundwater vulnerability: DRASTIC and DRASTIC-like methods: A review," *Water (Switzerland)*, vol. 12, no. 5, 2020, doi: 10.3390/W12051356.

[8] T. Eko Prayogi, Nandang, F. Noor Azy, F. Abdillah, and M. Wachyudi Memed, "Kajian Awal Hidrostratigrafi Cekungan Air Tanah (Cat) Jakarta Berdasarkan Analisis Korelasi Data Log Bor," *Perhimpun. AHLI AIR TANAH Indones.*, vol. 5, no. 3, pp. 248–253, 2020.

[9] H. S. Naryanto, "Potensi Air Tanah Di Daerah Cikarang Dan Sekitarnya, Kabupaten Bekasi Berdasarkan Analisis Pengukuran Geolistrik," *J. Air Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 38–49, 2018, doi: 10.29122/jai.v4i1.2393.

[10] A. J. Syahrial, R. D. Asrifah, and S. Suharwanto, "Kajian Tingkat Kerentanan Air tanah dengan Metode Pengembangan DRASTIC di Kalurahan Gulurejo, Kulon Progro DIY," *Pros. Semin. Nas. Tek. Lingkung. Kebumian SATU BUMI*, vol. 3, no. 1, pp. 183–189, 2021, doi: 10.31315/psb.v3i1.6248.

[11] A. Z. A. Al-Ozeer and A. M. Al-Abadi, "Groundwater Vulnerability Evaluation in the Nineveh Plain, Northern Iraq, using a GIS-based DRASTIC Model," *Iraqi Natl. J. Earth Sci.*, vol. 21, no. 2, pp. 78–92, 2021, doi: 10.33899/earth.2021.170392.

[12] E. Muryani, D. A. Rahmah, and D. H. Santoso, "Analisis Tingkat Kerentanan Pencemaran Air Tanah Pada Wilayah Penambangan Dan Pengolahan Emas Rakyat Desa Pancurendang, Kabupaten Banyumas," *ECOTROPHIC J. Ilmu Lingkung. (Journal Environ. Sci.*, vol. 13, no. 2, p. 159, 2019, doi: 10.24843/ejes.2019.v13.i02.p04.

[13] A. A. Shidqi, I. W. Widiarti, and A. R. A. Yudono, "Kajian Kerentanan Air Bawah Tanah Terhadap Potensi Pencemaran Limbah Cair Industri Tahu di Desa Ngestiharjo Kecamatan Kasihan Kabupaten Bantul," *Pros. Semin. Nas. Tek. Lingkung. Kebumian SATU BUMI*, vol. 3, no. 1, pp. 274–288, 2021, doi: 10.31315/psb.v3i1.6259.

[14] T. T. Putranto, R. K. Ali, and B. Putro, "Studi Kerentanan Air tanah Terhadap Pencemaran dengan Menggunakan Metode Drastic Pada Cekungan Air tanah (CAT)," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 17, no. 1, pp. 158–171, 2019, doi: 10.14710/jil.17.1.158-171.