

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Hidrogeologi Regional Cekungan Air Tanah Semarang-Demak di Kota Semarang**

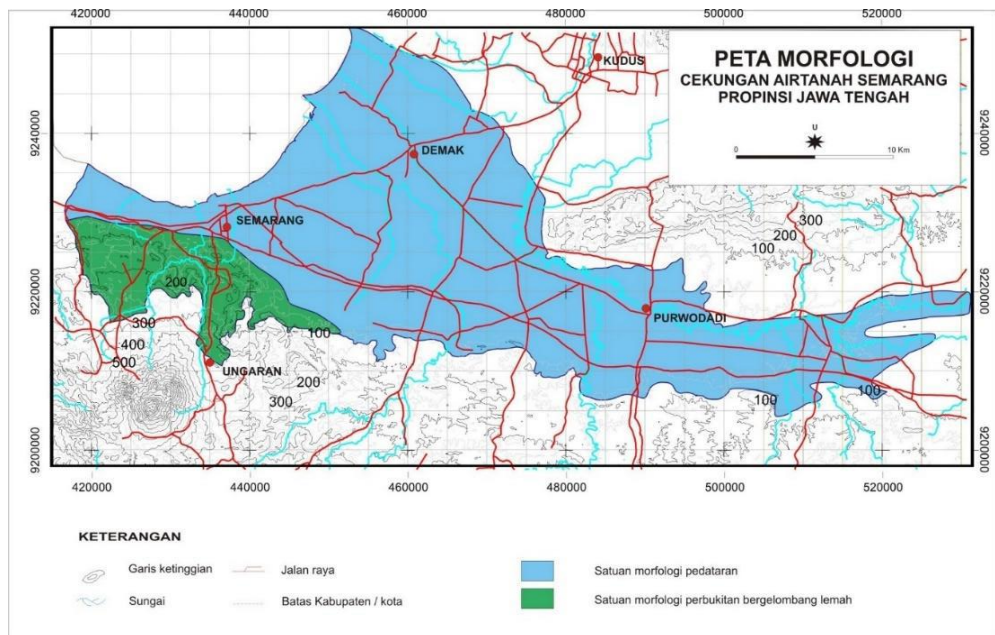
Kondisi hidrologi di suatu daerah dilihat dari dua hal yakni air permukaan dan air tanah. Air permukaan yang terdapat di wilayah Kota Semarang berupa sungai. Kota Semarang memiliki beberapa ruas sungai yang mengalir diantaranya adalah Kali Garang, Kali Pengkol, Kali Kreo, Kali Banjirkanal Timur, Kali Babon, Kali Sringin, Kali Kripik, Kali Dungadem dan lain-lain. Kali Garang yang bermata air di gunung Ungaran, alur sungainya memanjang ke arah Utara hingga mencapai Pegandan tepatnya di Tugu Soeharto, bertemu dengan aliran Kali Kreo dan Kali Kripik. Kali Garang sebagai sungai utama pembentuk kota bawah yang mengalir membelah lembah-lembah Gunung Ungaran mengikuti alur yang berbelok-belok dengan aliran yang cukup deras. Beberapa sungai yang melintasi Kota Semarang memiliki debit air yang berbeda-beda. Hal ini tentu saja berpengaruh pada potensi air di Kota Semarang. Debit Kali Garang mempunyai debit 53%, Kali Kreo 34,7%, dan Kali Kripik 12,3% dari debit total. Sungai-sungai tersebut dikelola dalam 11 Daerah Aliran Sungai (DAS), yaitu DAS Tugu, DAS Babon, DAS Banjir Kanal Barat, DAS Banjir Kanal Timur, DAS Barat, DAS Bringin, DAS Blorong, DAS Plumbon, DAS Silandak, DAS Tengah dan DAS Timur. Sungai menjadi salah satu sumber utama penyediaan air di Kota Semarang dengan kontribusi mencapai 69% bahan baku untuk pemenuhan kebutuhan air minum masyarakat. Meski demikian, kualitas sumber air minum tersebut mengalami penurunan karena pencemaran sungai. Di sisi lain, keberadaan 21 sungai yang melintasi Kota Semarang juga membawa risiko bahaya tersendiri bagi Kota Semarang yang berada di area hilir. Pembangunan yang semakin masif dan tekanan urbanisasi menyebabkan perkembangan aktivitas masyarakat semakin bergeser mendesak ke area hulu yang berfungsi sebagai area konservasi.

a. Kondisi Geomorfologi dan Geologi

Keadaan medan daerah penyelidikan mencerminkan susunan bentang alam berupa dataran rendah dan perbukitan dengan ketinggian antara 0 – 250 meter di atas muka laut (maml). Aliran sungai menunjukkan pola yang hampir paralel, mengalir ke arah Laut Jawa. Secara tersendiri sungai-sungai umumnya mempunyai pola aliran dendritik. Sungai-sungai yang mengalir di daerah penyelidikan ini pada umumnya berupa sungai-sungai besar yang merupakan sungai abadi (perennial streams)

Keadaan medan daerah penyelidikan didominasi oleh satuan morfologi pedataran dan satuan morfologi perbukitan (Gambar 4):

- Satuan Morfologi Pedataran, satuan ini menempati daerah dataran pantai utara mulai dari daerah Kaliwungu, Semarang, Demak, Purwodadi hingga bagian barat dari Kabupaten Blora. Ketinggiannya antara 0 - 100 maml dengan kemiringan lereng 0 – 10 %. Batuan penyusun satuan morfologi ini adalah endapan aluvium yang merupakan bahan-bahan lepas berupa pasir, lanau, lempung, kerikil, dan kerakal, umumnya berasal dari endapan pantai dan rombakan bahan-bahan yang bersumber dari daerah perbukitan di selatannya. Pertumbuhan dataran pantai Semarang terutama dikontrol oleh pembentukan delta Garang, sebagai akibat pengendapan lumpur yang dibawa oleh K. Garang. Aliran sungai-sungai di daerah ini menunjukkan pola meandering, terutama pada sungai-sungai yang besar.
- Satuan Morfologi Perbukitan, satuan ini menempati bagian selatan dan timur daerah penyelidikan. Ketinggiannya antara 50 - 300 maml dan kemiringan lereng antara 5 – 40 %. Satuan ini dibentuk oleh batuan sedimen laut yang bersifat padu berumur Tersier Atas hingga Kuarter; batuan vulkanik Formasi Damar; endapan breksi vulkanik yang terdiri atas batupasir, breksi, konglomerat, dan tuf. Sungai-sungai yang mengalir di daerah ini umumnya berpola aliran sungai sub dendritik hingga dendritik.



**Gambar 4** Peta Morfologi Cekungan Air Tanah Semarang-Demak (Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Jawa Tengah, 2022)

Daerah penyelidikan bagian utara umumnya merupakan dataran yang cukup luas dan dibentuk oleh endapan aluvium, sedangkan bagian selatannya oleh batuan endapan vulkanik Kuartar yang dihasilkan oleh kegiatan Gunung Ungaran serta sedimen Tersier (Gambar 5).

Secara umum jenis litologi yang tersusun pada cekungan ini, dari yang berumur muda ke tua antara lain:

- Aluvium (Qa), menempati daerah dataran pantai, sungai dan danau. Dataran pantai umumnya terdiri dari lempung dan pasir yang mencapai ketebalan hingga 50 meter atau lebih. Endapan pasir umumnya membentuk endapan delta sebagai lapisan pembawa air dengan ketebalan hingga mencapai 80 meter lebih. Endapan sungai dan danau terdiri dari kerikil, kerakal, pasir dan lanau. Bongkah tersusun dari andesit, batugamping dan sedikit batupasir. Satuan batuan ini berumur holosen.
- Formasi Kaligetas (Qpkg), terdiri dari breksi vulkanik, aliran lava, tuf, batupasir tufan dan batulempung. Breksi aliran dan lahar dengan sisipan lava dan tuf halus sampai kasar. Setempat di bagian bawahnya ditemukan batulempung mengandung moluska dan batupasir tufan. Batuan

gunungapi yang melapuk berwarna coklat kemerahan dan sering membentuk bongkah-bongkah besar. Ketebalan berkisar antara 50 meter hingga 200 meter. Sataun batuan ini diperkirakan berumur Plistosen tengah.

- Formasi Damar (QTd), terdiri dari tuf, konglomerat, breksi vulkanik, batupasir yang mengandung mineral mafik, feldspar dan kuarsa. Breksi vulkanik kemungkinan diendapkan sebagai lahar. Formasi ini sebagian non marin, moluska setempat ditemukan dan sisa vertebrata. Satuan ini diperkirakan berumur Plistosen Awal.
- Formasi Kerek (Tmk), Perselingan batulanau, batulempung, batupasir gampingan dan batugamping pasiran, mengandung material vulkanik, bagian atas terdiri atas napal bersisipan batupasir tufan, diperkirakan berumur Miosen Tengah

b. Karakteristik Akuifer

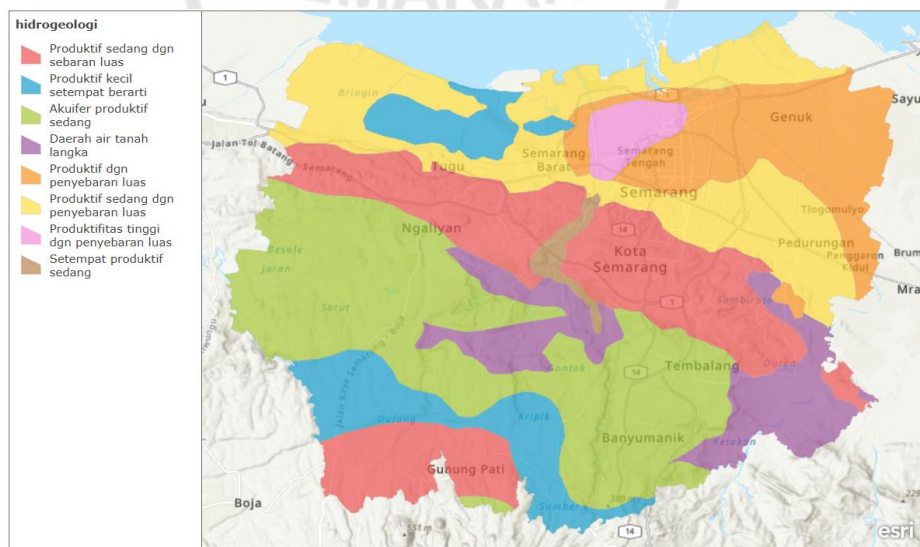
Dokumen RTRW 2011-2031 menjelaskan bahwa tipe akuifer di dibagi menjadi dua, yaitu tipe akuifer bebas dan akuifer tertekan. Akuifer bebas memiliki kedalaman antara 3-18 meter, sedangkan akuifer tertekan antara 50-90 meter di bawah permukaan tanah. Akuifer tertekan berada di ujung timur laut kota dan pada mulut Sungai Garang lama yang terletak pada pertemuan antara lembah Sungai Garang dengan dataran pantai. Kelompok Akuifer Delta Garang ini disebut pula kelompok akuifer utama karena merupakan sumber air tanah yang potensial dan bersifat air tawar. Potensi sumber daya air yang ada di Kota Semarang tidak hanya berasal dari sungai yang melintas saja tetapi juga berasal dari air tanah. Penduduk Kota Semarang yang berada di dataran rendah banyak memanfaatkan air tanah ini dengan membuat sumur-sumur gali (dangkal) dengan kedalaman rata-rata 3-18 meter. Sedangkan untuk penduduk di dataran tinggi hanya dapat memanfaatkan sumur gali pada musim hujan dengan kedalaman berkisar antara 20 – 40 meter.

Kondisi hidrologi di Kota Semarang terbagi atas beberapa jenis. Gambaran jenis hidrologi dan luasan total seluruh wilayah di Kota Semarang seperti pada Tabel 4 dan Gambar 5.

**Tabel 4** Produktivitas Air Tanah Per Kelurahan di Kota Semarang (RTRW Kota Semarang, 2011-2031)

No	Kecamatan	Produktivitas Air Tanah						
		Air Tanah langka	Akuifer produktif sedang, debit >10 ltr/dtk	Produktif kecil, setempat, debit langka	Produktif sedang dgn penyebaran luas, 5 - 10 ltr/dtk	Produktif sedang dgn penyebaran luas, debit <5 ltr/dtk	Produktif setempat, debit <5 ltr/dtk	Produktif tinggi dgn penyebaran luas, 5 - 10 ltr/dtk
1	Banyumanik	184,141	2,456,95	27,319	213,18	-	25,492	-
2	Gunung Pati	1,371,37	2,388,33	1,112,25	1,120,12	-	151,389	-
3	Mijen	53,849	3,109,43	1,288,38	887,261	-	-	-
4	Ngaliyan	63,383	2,016,12	-	2,295,99	105,035	10,98	-
5	Pedurungan	1,856	-	-	0,688	1,754,70	441,393	-
6	Tembalang	636,327	581,466	-	1,848,481	293,377	-	-
7	Semarang Barat	-	-	439,82	635,014	1,006,52	17,706	115,131
8	Tugu	843,177	-	-	125,446	2,018,61	-	-
9	Candisari	-	-	-	611,089	49,253	-	-
10	Gajah Mungkur	-	-	-	679,434	39,846	220,735	-
11	Semarang Selatan	21,392	-	-	-	499,592	2,814	74,654
12	Gayamsari	-	-	-	-	290,031	-	353,456
13	Genuk	-	-	-	-	574,669	-	2,154,78
14	Semarang Timur	-	-	-	-	54,583	-	396,941
15	Semarang Utara	-	-	-	-	467,584	-	170,201
16	Semarang Tengah	-	-	-	-	-	-	320,754

Tabel 4 menunjukkan sebaran produktivitas air tanah di setiap kecamatan di Kota Semarang berdasarkan klasifikasi jenis akuifer dan besaran debit air tanah (liter/detik). Klasifikasi produktivitas air tanah dibedakan menjadi air tanah langka, akuifer produktif setempat, produktif kecil, produktif sedang, dan produktif tinggi, baik dengan penyebaran setempat maupun luas.



Web GIS ini berisi informasi tentang geologi, jenis tanah, dan geohidrologi di Kota Semarang

Esri, NASA, NGA, USGS | Esri, TomTom, Garmin, METI/NASA, USGS

**Gambar 5** Kondisi Akuifer Kota Semarang (RTRW Kota Semarang, 2011-2031)

Gambar 5 menunjukkan kondisi akuifer Kota Semarang baik akuifer tertekan maupun akuifer bebas. Pembagian klasifikasi ini berdasarkan tingkat produktivitas dan luas akuifer nya.

c. Ketersediaan Air Tanah

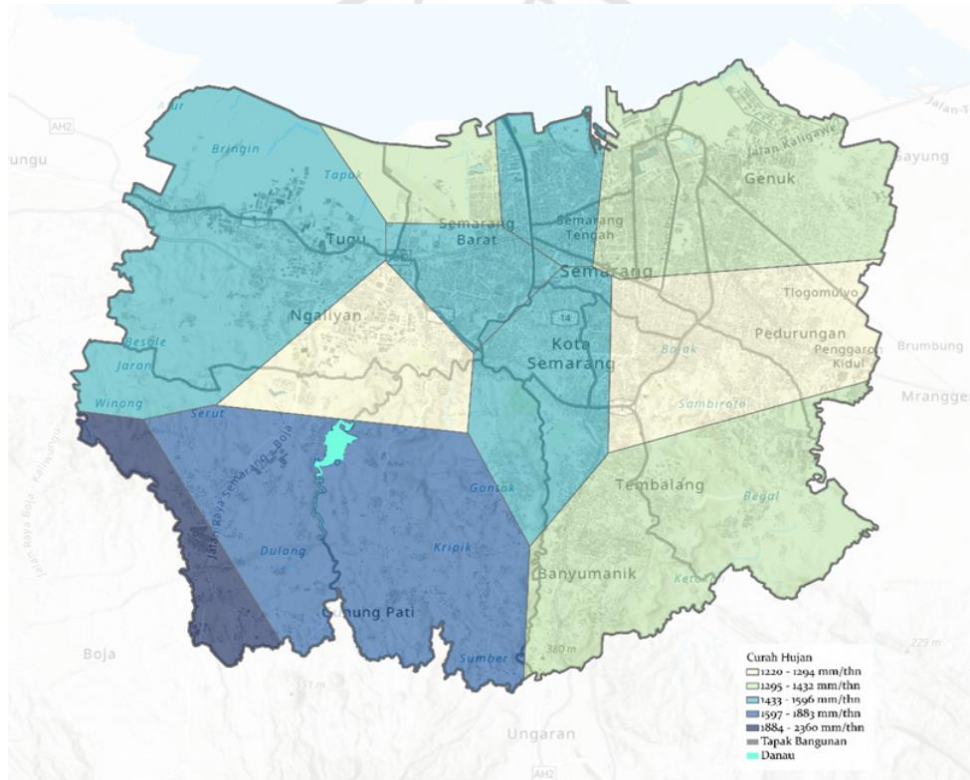
Menurut Hendrayana (2012), kuantitas air tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu curah hujan sebagai sumber air tanah dan didukung dengan karakteristik akuifer yang berhubungan dengan sifat-sifat fisik batuanannya. Sifat-sifat fisik tersebut meliputi kesarangan, kelulusan dan keterusannya. Selaun itu, faktor morfologi serta tata guna lahan seperti jenis tumbuhan penutup lahan juga berpengaruh.

Resapan terhadap akuifer dangkal pada umumnya merupakan proses langsung ke dalam akuifer dangkal, baik secara alamiah maupun buatan, dan berlangsung seketika atau paling lama mingguan. Karena itu dapat dipahami begitu terjadi hujan selang beberapa jam atau hari, sumur-sumur gali yang menyadap akuifer dangkal akan bertambah airnya.

Resapan terhadap akuifer tengah dan dalam, terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Proses resapan tidak langsung merupakan resapan yang berlangsung di akuifer dangkal, lalu air tanah yang ada di akuifer dangkal meresap ke akuifer tengah/dalam melalui bocoran ke bawah, terutama pada daerah dimana kedudukan muka air tanah akuifer dalam berada jauh di bawah kedudukan muka air tanah pada akuifer dangkal.

Secara klimatologi, Kota Semarang mempunyai iklim tropis basah yang dipengaruhi oleh angin monsun barat dan monsun timur. Jumlah curah hujan di Kota Semarang pada tahun 2022 sebesar 2.664 mm (Gambar 6). Lebih dari 80% dari curah hujan tahunan turun di periode ini. Dari Juni hingga Oktober, angin bertiup dari selatan tenggara menciptakan musim kemarau karena membawa sedikit uap air. Sifat periode ini yaitu memiliki curah hujan yang lebih rendah, kelembaban lebih rendah, sehingga cuaca terasa lebih kering.. Jumlah imbuhan air tanah ke dalam sistem akuifer tidak

tertekan (bebas) yang diprediksikan secara kumulatif dengan metode prosentase curah hujan di cekungan ini terhitung  $783 \times 106 \text{ m}^3$ , sedangkan jumlah aliran air tanah pada sistem akuifer tertekan dihitung dengan jejarang aliran ( flow net ) dan melalui persamaan Darcy terhitung sebanyak  $91,00 \times 106 \text{ m}^3$ .



**Gambar 6** Curah Hujan Kota Semarang (Dinas Penataan Ruang, 2024)

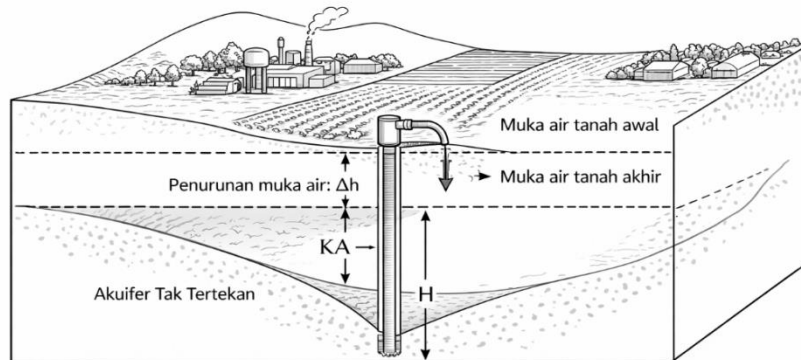
## 2.2. Evaluasi Zona Pemanfaatan Air Tanah

Sesuai Peta Zona Pemanfaatan dan Konservasi Air Tanah CAT Semarang-Demak pada laporan hasil evaluasi zona konservasi air tanah CAT Semarang-Demak oleh Dinas ESDM Provinsi Jawa Tengah tahun anggaran 2011, terdapat tiga (3) zona pengambilan air tanah, yakni zona pemanfaatan aman (bir muda), zona pemanfaatan rawan (kuning), zona pemanfaatan kritis (mera). Menurut Dinas ESDM Jateng tahun 2011 dasar pertimbangan yang digunakan dalam menentukan kerusakan kondisi dan lingkungan air tanah tersebut meliputi:

a) Penurunan muka air tanah.

Penurunan muka air tanah (akuifer bebas atau akuifer tertekan) dihitung dari kedudukan muka air tanah awal sebagai titik pertama (Hendrayana,2012)

seperti pada Gambar 7. Menurut Permen ESDM No 31 tahun 2018 berdasarkan penurunan muka air tanahnya, tingkat kerusakan air tanah dapat dibagi menjadi 4 (empat) tingkatan sebagai berikut.



**Gambar 7** Model konseptual penurunan muka air tanah (Sontana, 2007)

Tingkat kerusakan air tanah terhadap penurunan muka air tanah:

- Aman : penurunan muka air tanah < 40%
- Rawan : penurunan muka air tanah 40%-60%
- Kritis : penurunan muka air tanah > 60%-80%
- Rusak : penurunan muka air tanah > 80%

b) Penurunan kualitas air tanah

Menurut Permen ESDM No 31 tahun 2018 berdasarkan kualitas air tanah, tingkat kerusakan air tanah tertekan maupun tidak tertekan dapat dibagi menjadi 4 (empat) tingkatan sebagai berikut.

- Aman : penurunan kualitas yang ditandai oleh kenaikan zat padat terlarut (*total dissolved solid*, ZPT) menjadi kurang dari 1.000 mg/L atau DHL < 1.000  $\mu\text{S}/\text{Cm}$ .
- Rawan : penurunan kualitas yang ditandai oleh kenaikan ZPT menjadi antara 1.000-10.000 mg/L atau DHL 1.000-1.500  $\mu\text{S}/\text{Cm}$ .
- Kritis : penurunan kualitas yang ditandai oleh kenaikan ZPT menjadi lebih dari 10.000-100.000 mg/L atau DHL > 1.500-5.000  $\mu\text{S}/\text{Cm}$ .
- Rusak : penurunan kualitas yang ditandai oleh kenaikan ZPT menjadi lebih dari 100.000 mg/L atau tercemar oleh logam berat dan atau bahan berbahaya dan beracun atau DHL > 5.000  $\mu\text{S}/\text{Cm}$ .

Di daerah pemanfaatan air tanah yang secara alamiah telah memiliki salinitas tinggi, misalnya air tanah payau/asin, kriteria kualitas air tanah di atas tidak berlaku.

c) Kerusakan Lingkungan Air Tanah

Menurut Permen ESDM No 31 tahun 2018 Berdasarkan pertimbangan ada tidaknya amblesan tanah, tingkat kerusakan lingkungan air tanah dapat dibagi menjadi 2 (dua) sebagai berikut.

Aman : apabila pengambilan air tanah belum menyebabkan terjadinya amblesan tanah.

Rusak : apabila pengambilan air tanah telah menyebabkan terjadinya amblesan tanah.

d) Tingkatan kondisi Lingkungan Air Tanah

Menurut Permen ESDM No 31 tahun 2018 dengan metoda tumpang-susun (*overlay*) dari peta penurunan muka air tanah, peta kualitas air tanah, serta ada tidaknya amblesan tanah tersebut, maka tingkat kerusakan kondisi dan lingkungan air tanah dapat ditentukan berdasarkan matriks seperti disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5** Matriks Penentuan Peringkat Kerusakan Kondisi dan Lingkungan Air Tanah (Permen ESDM No 31 tahun 2018)

Kualitas Air Tanah \ Penurunan Muka Air Tanah	Penurunan Muka Air Tanah				Amblesan Tanah
	< 40%	40% - 60%	> 60% - 80%	> 80%	
ZPT < 1000 mg/L DHL < 1000 $\mu$ S/Cm	Aman	Rawan	Kritis	Rusak	
ZPT 1000–10.000 mg/L DHL >1000–1500 $\mu$ S/Cm					
ZPT > 10.000–100.000 mg/L DHL 1500–5000 $\mu$ S/Cm					
ZPT >100.000 mg/L DHL >5000 $\mu$ S/Cm Logam berat dan B3					

Kerusakan kondisi dan lingkungan air tanah meliputi penurunan kualitas air tanah, kuantitas air tanah, dan lingkungan air tanah. Berdasarkan empat dasar pertimbangan di atas, faktor utama yang sangat menentukan tingkat kerusakan kondisi dan lingkungan air tanah adalah penurunan muka air tanah dan penurunan kualitasnya (Putranto,2020).

### 2.3. Peta Zona Pemanfaatan Air Tanah Kota Semarang Tahun 2022

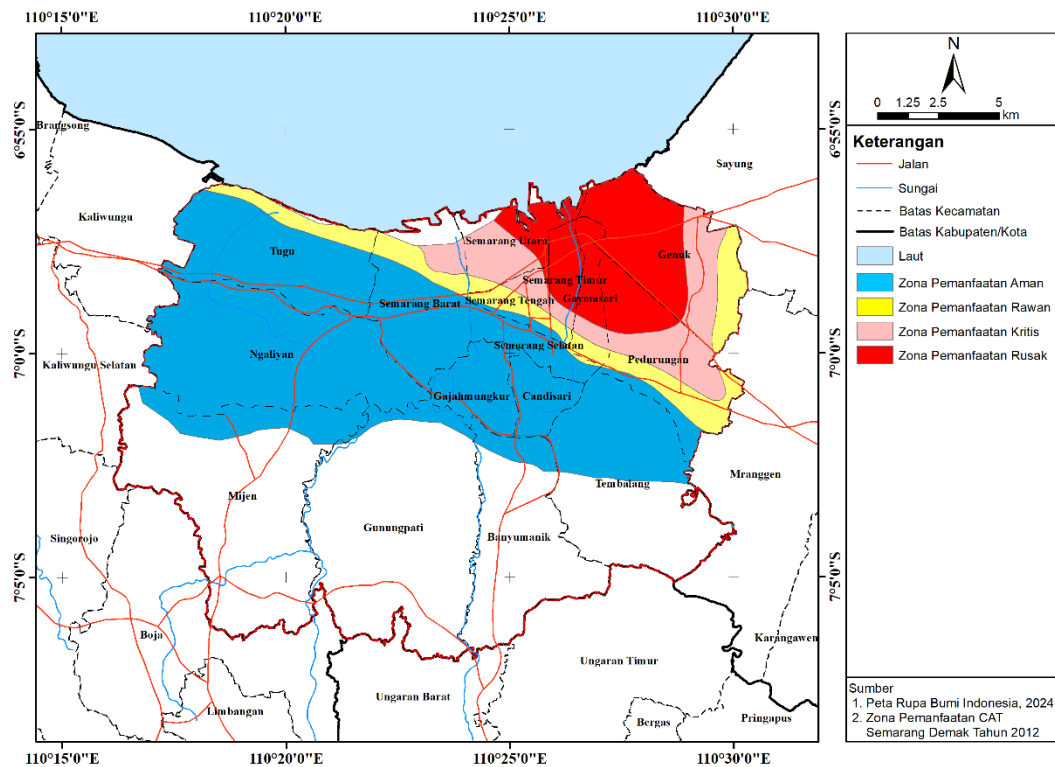
Peta zona pemanfaatan air tanah Kota Semarang tahun 2022 merupakan hasil kajian oleh Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Provinsi Jawa Tengah. Zonasi ini menggambarkan wilayah-wilayah yang memiliki karakteristik yang berkaitan dengan daya dukung air tanah, tingkat kerusakan yang terjadi, serta pendekatan pengelolaannya.

Dalam mengkaji hal ini, diintegrasikan sejumlah parameter penting yang mencerminkan air tanah dalam segi kondisi dan potensi, seperti kondisi MAT, nilai pH dan Zat Padat Terlarut (ZPT) sebagai indikator kualitas air, dan perbandingan antara laju penurunan muka air tanah.

Berdasarkan analisis tersebut, zona pemanfaatan di Kota Semarang diklasifikasikan ke dalam empat kategori, yakni: zona aman, zona rawan, zona kritis, dan zona rusak. Masing-masing zona menggambarkan tingkat kerentanan dan kapasitas pemanfaatan yang berbeda-beda dan menjadi acuan pengambilan keputusan terkait eksploitasi air tanah dan penentuan jarak antar sumur bor untuk mencegah over-ekstraksi. Informasi detail mengenai pembagian zona ini dapat ditemukan dalam tabel 6 dan gambar 8, yang memuat sebaran wilayah sesuai kategori tingkat kerusakan.

**Tabel 6** Pembagian Luas Zona Pemanfaatan Air Tanah di Kota Semarang

No	Zonasi	Luas (Km <sup>2</sup> )	Persentase
1	Aman	145,7	43,7
2	Rawan	23	6,9
3	Kritis	25,19	7,56
4	Rusak	33,77	10,12
5	Imbuhan	105,75	31,72
Total		333,42	100



**Gambar 8** Peta Zona Pemanfaatan Air Tanah Kota Semarang Tahun 2022 (Dinas ESDM Provinsi Jawa Tengah)

- **Zona Aman** : Zona aman memiliki luasan paling luas yang mencakup area 145,7 km<sup>2</sup> atau 43,7 % dari total wilayah Kota Semarang. Wilayah yang termasuk kedalam zona ini adalah Kecamatan Mijen, Ngaliyan, Tugu, Semarang Barat, Gunungpati, Semarang Tengah, Semarang Timur, Semarang Selatan, Semarang Timur, Gajahmungkur, Candisari, Pedurungan dan Tembalang. Kebijakan pengelolaan air tanah yang dapat diberlakukan pada zona ini dapat berupa permohonan izin baru perusahaan air tanah, perpanjangan izin, atau mengajukan perubahan terhadap izin yang telah diterbitkan dengan debit maksimum 5 m<sup>3</sup>/hari untuk akuifer kedalaman < 40 meter bawah muka tanah (mbmt), untuk kedalaman > 40 mbmt hanya diperbolehkan dengan debit maksimum 300 m<sup>3</sup>/hari. Jarak antar sumur yang diperbolehkan minimal 200 meter.
- **Zona Rawan** : Zona rawan memiliki luasan yang mencakup area 23 km<sup>2</sup> atau 6,9 % dari total wilayah Kota Semarang. Wilayah yang termasuk kedalam zona ini adalah Kecamatan Tugu, Semarang Barat, Semarang Utara, Semarang

Tengah, Semarang Timur, Semarang Selatan, Gayamsari, Pedurungan, dan Genuk. Kebijakan pengelolaan air tanah yang dapat diberlakukan pada zona ini dapat berupa permohonan izin baru perusahaan air tanah, memperpanjang izin yang sudah ada, atau mengajukan perubahan terhadap izin yang telah diterbitkan dan hanya dapat dilakukan untuk kebutuhan selain industri. Pada kedalaman < 40 mbmt debit maksimum yang diperbolehkan adalah 5 m<sup>3</sup>/hari. Untuk kedalaman > 40 meter pengambilan air tanah diperbolehkan dengan debit maksimum 150 m<sup>3</sup>/hari. Jarak antar sumur yang diperbolehkan minimal 200 meter.

- **Zona Kritis** : Zona kritis memiliki luasan yang mencakup area 25,19 km<sup>2</sup> atau 7,56 % dari total wilayah Kota Semarang. Wilayah yang termasuk kedalam zona ini adalah Kecamatan Semarang Barat, Semarang Utara, Semarang Tengah, Semarang Timur, Gayamsari, Pedurungan, dan Genuk. Kebijakan pengelolaan air tanah yang dapat diberlakukan pada zona ini dapat berupa pengambilan air tanah yang baru kini dibatasi hanya untuk keperluan dasar seperti mandi, cuci, dan kakus (MCK), serta kebutuhan pendukung lainnya di fasilitas umum tertentu, seperti rumah sakit atau puskesmas, sekolah, toko swalayan, dan stasiun pengisian bahan bakar (SPBU) dengan debit maksimum 15m<sup>3</sup>/hari serta kewajiban membangun sumur resapan.
- **Zona Rusak** : Zona Rusak memiliki luasan yang mencakup area 33,77 km<sup>2</sup> atau 10,12 % dari total wilayah Kota Semarang. Wilayah yang termasuk kedalam zona ini adalah Kecamatan Semarang Utara, Semarang Tengah, Semarang Timur, Gayamsari, Pedurungan, dan Genuk. Kebijakan pengelolaan air tanah yang dapat diberlakukan pada zona ini antara lain Permohonan izin baru untuk perusahaan air tanah saat ini tidak dapat disetujui. Sementara itu, untuk permohonan perpanjangan izin yang sudah ada, hanya diberikan maksimal 50% dari debit yang sebelumnya diizinkan. Pemegang izin juga diwajibkan untuk membangun sumur resapan sebagai bentuk tanggung jawab dalam menjaga keseimbangan air tanah.
- **Zona Imbuhan** : Zona Imbuhan memiliki luasan paling luas yang mencakup area 105,75 km<sup>2</sup> atau 31,72 % dari total wilayah Kota Semarang. Wilayah yang

termasuk kedalam zona ini adalah Kecamatan Mijen, Gunungpati, Banyumanik, Tembalang. Zona ini merupakan zona air tanah dari permukaan masuk ke dalam zona jenuh yang kemudian mengisi akuifer.

#### **2.4. Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Pembuatan Peta Zona Konservasi Air Tanah**

Sistem informasi geografis (SIG) merupakan suatu sistem informasi yang dapat memadukan data grafis dengan data teks dari suatu objek yang dihubungkan secara geografis di muka bumi (*georeference*) (Arofah, dkk 2017). Sistem informasi geografis (SIG) atau yang sering disebut dengan *Geographic Information System* (GIS) merupakan sistem informasi pemetaan berbasis digital yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memanggil kembali, mengolah, menganalisis dan menghasilkan data bereferensi geografis atau data geospasial, untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan, sumber daya alam, lingkungan, transportasi, fasilitas kota, dan pelayanan umum lainnya. Terdapat 2 (dua) jenis data, yaitu data yang dapat mempresentasikan aspek-aspek keruangan dari fenomena yang bersangkutan. Data ini sering disebut sebagai data posisi, koordinat, ruang atau spasial. Jenis data yang kedua adalah data yang mempresentasikan aspek-aspek deskriptif dari fenomena yang dimodelkan, data ini disebut data atribut atau data non-spasial. Pemanfaatan aplikasi SIG sangat luas dan beragam antara lain dibidang sumber daya alam, perencanaan, bencana, kependudukan, lingkungan, pertanahan, dan manajemen. Hasil akhir dari proses SIG diwujudkan dalam peta atau grafik yang dapat memberikan visualisasi dari informasi geografis.

Pembaruan Zona Konservasi Air Tanah dilakukan sebagai respon dari perubahan Kondisi Air Tanah yang dituangkan dalam peta berbasis sistem informasi geografis. Menurut Permen ESDM No 31 tahun 2018, Pemetaan zona pemanfaatan air tanah dilakukan dalam empat tahapan sebagai berikut :

- a. Pemetaan zona perlindungan sumur produksi air tanah untuk penyediaan air bersih

Sumur produksi air tanah yang digunakan sebagai sumber air bersih masyarakat perlu dilindungi untuk menjaga kualitas air tanah serta untuk menghindari pengaruh lingkungan terhadap pencemaran.

Penentuan zona perlindungan sumur produksi air tanah dilakukan dengan cara mendelineasi zona batas dengan radius tertentu dari lokasi sumur produksi air tanah atau lapangan sumur produksi air tanah (*production well field*). Radius zona perlindungan air tanah dapat ditentukan berdasarkan jejari pengaruh (*radius of influence*). Jika penggunaan air tanah dilakukan dari satu sumur produksi air tanah, penentuan jejari pengaruh dapat dilakukan secara analitis berdasarkan hasil uji pemompaan. Zona perlindungan sumur produksi air tanah untuk penyediaan air bersih dapat juga ditentukan berdasarkan faktor kesehatan dan biologis yang dapat dikelompokkan menjadi tiga zona yaitu:

- Zona Perlindungan I, yaitu daerah perlindungan yang bertujuan untuk melindungi air tanah dari semua zat pencemar yang secara langsung atau tidak langsung menyebabkan degradasi kualitas air tanah, dengan radius ditentukan sejauh 10-15 m dari lokasi sumur.
- Zona Perlindungan II, yaitu daerah perlindungan yang bertujuan untuk melindungi air tanah dari bahaya pencemaran bakteri pathogen yang dapat menyebabkan degradasi kualitas air tanah, dengan luas yang diperhitungkan berdasarkan jarak tempuh bakteri coli selama 50 (lima puluh) hari ke lokasi sumur.
- Zona Perlindungan III, yaitu daerah perlindungan yang bertujuan untuk melindungi air tanah dari pencemaran kimiawi dan radioaktif yang tidak dapat mengalami degradasi dalam waktu singkat, dengan luas yang ditentukan berdasarkan luas tangkapan air.

Penentuan Zona Perlindungan I secara khusus tidak memerlukan penelitian teknis, sehingga dapat diukur secara langsung di lapangan. Zona ini biasanya berkisar antara 10 m dan 15 m mengelilingi sumber air baku yang akan dilindungi sedangkan Zona Perlindungan II dan Zona III

ditentukan berdasarkan penelitian hidrogeologis dengan menggunakan cara atau metode tertentu.

b. Pemetaan Kondisi dan Lingkungan Air Tanah

Dasar pertimbangan yang digunakan dalam menentukan kerusakan kondisi dan lingkungan air tanah tersebut meliputi:

- Jumlah penggunaan air tanah;
- Penurunan muka air tanah;
- penurunan kualitas air tanah, dan
- Dampak negatif terhadap lingkungan yang timbul seperti amblesan tanah, pencemaran air tanah karena migrasi zat pencemar, penyusupan air laut ke dalam air tanah tawar, dan kekeringan yang disebabkan oleh migrasi air tanah dari sistem akuifer tidak tertekan ke dalam sistem akuifer tertekan,

Kerusakan kondisi dan lingkungan air tanah meliputi penurunan kualitas air tanah, kuantitas air tanah, dan lingkungan air tanah. Berdasarkan empat dasar pertimbangan di atas, faktor utama yang sangat menentukan tingkat kerusakan kondisi dan lingkungan air tanah adalah penurunan muka air tanah dan penurunan kualitasnya (Putranto,2020).

c. Pemetaan Kedalaman Sumur Produksi dan Akuifer yang akan disadap

Suatu cekungan air tanah kemungkinan mengandung beberapa sistem akuifer (*multi layer aquifer systems*), sehingga memerlukan pengaturan kedalaman untuk melakukan penyadapan air tanah pada setiap sistem akuifer. Melalui pengaturan kedalaman sumur dapat mengurangi resiko penyadapan air tanah hanya pada satu sistem akuifer tertentu, yang dampaknya tentu berbeda dengan penyadapan atas beberapa sistem akuifer.

Pengaturan kedalaman penyadapan air tanah pada sistem akuifer dengan kondisi air tanah aman dilakukan, sebagai berikut.

- Penyadapan air tanah pada sistem akuifer tidak tertekan, umumnya pada kedalaman kurang dari 40m, hanya diperuntukkan bagi keperluan air minum dan rumah tangga serta pertanian rakyat, dengan cara penyadapan melalui sumur gali atau sumur pasak.

- Pada suatu daerah yang hanya tersedia air tanah pada sistem akuifer tidak tertekan, penyadapan air tanah untuk keperluan selain untuk air minum dan rumah tangga dipertimbangkan setelah dilakukan kajian hidrogeologi terlebih dahulu untuk mengetahui dampak negatif yang mungkin terjadi terhadap sumur penduduk sekitarnya.
- Untuk keperluan selain air minum dan rumah tangga penyadapan air tanah dilakukan pada sistem akuifer tertekan, umumnya pada kedalaman lebih dari 40 m, dengan cara penyadapan melalui sumur pasak atau sumur bor

d. **Evaluasi Debit Pengambilan Air Tanah**

Evaluasi debit pengambilan air tanah terkait dengan kedalaman sumur dan akuifer yang akan disadap serta peruntukannya bergantung pada tingkat kerusakan kondisi dan lingkungan air tanah suatu cekungan air tanah. Pada dasarnya pengaturan kedalaman penyadapan air tanah mengacu kepada kemampuan ketersediaan serta prioritas peruntukan pemakaiannya, dalam hal ini air tanah untuk keperluan air minum dan rumah tangga serta pertanian rakyat merupakan prioritas utama.

Berdasarkan tingkat kerusakan zona pemanfaatan dapat dilakukan dengan pembatasan debit pengambilan air tanah sehingga penurunan muka air tanah akan dapat dibatasi pada batas yang aman. Aman, berarti mencegah tingkat kerusakan kondisi dan lingkungan air tanah menjadi rawan, kritis atau rusak, sehingga pengambilan air tanah harus disesuaikan dengan potensi ketersediaan air tanah. Kondisi hidrogeologi suatu cekungan air tanah sangat menentukan kuantitas dan kualitas air tanah, sehingga batas aman jumlah maksimum pengambilan air tanah berbeda-beda pada setiap cekungan air tanah.

**2.5. Analisis Zona Pemanfaatan Air Tanah**

Zona Pemanfaatan dan Konservasi Air Tanah air tanah merupakan daerah dengan kesamaan daya dukung air tanah, tingkat kerusakan air tanah, dan kesamaan pengelolaannya (Dinas ESDM Jateng, 2022). Zona Pemanfaatan dan Konservasi Air Tanah tersusun atas beberapa unsur yaitu zona imbuhan dan

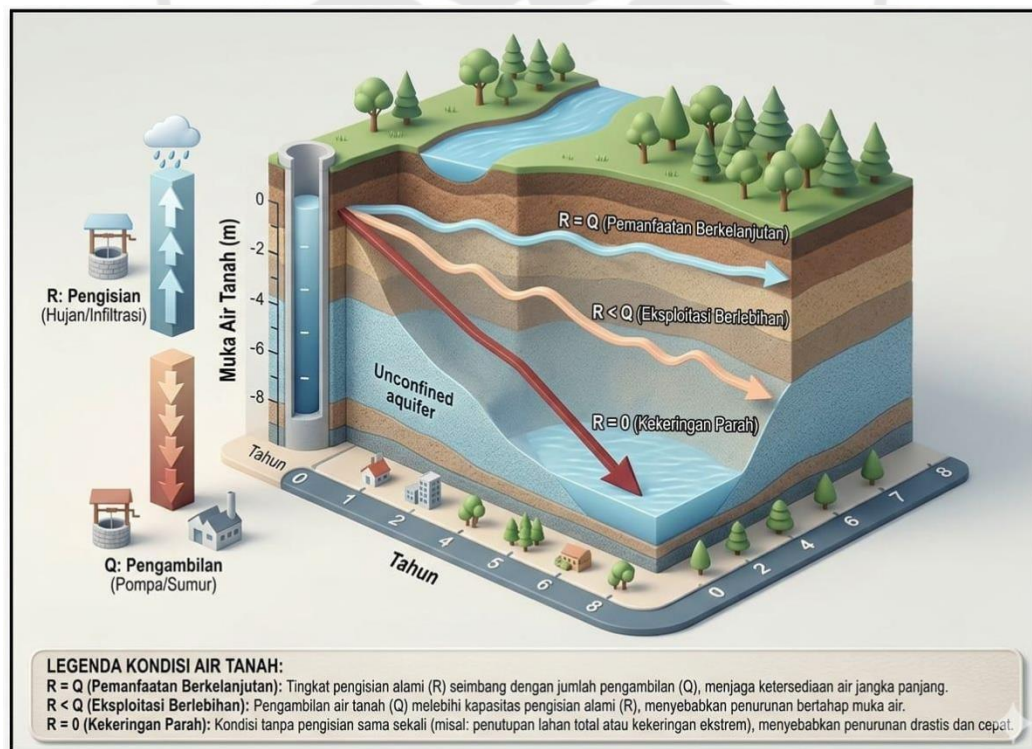
lepasan air tanah, zona perlindungan mata air, kualitas air tanah (pH dan DHL), penurunan muka air tanah, dan debit pengambilan maksimum air tanah. Data yang digunakan dalam penyusunan zona pemanfaatan dan evaluasi dihimpun melalui analisis kondisi geologi, hidrogeologi, tata ruang, serta kondisi lingkungan yang telah dilakukan secara komprehensif. Identifikasi Zona Pemanfaatan dan Konservasi Air Tanah mengacu kepada Permen ESDM No. 31 Tahun 2018, di mana secara umum luasan CAT dibagi menjadi 2 yaitu Zona Konservasi Air Tanah dan Zona Pemanfaatan Air Tanah. Zona Konservasi Air Tanah terdiri dari Sub Zona Imbuhan dan Sub Zona Perlindungan Mata Air sedangkan Zona Pemanfaatan Air Tanah dibuat berdasarkan tingkat kerusakan kondisi dan lingkungan air tanah dan evaluasi debit pengambilan air tanah. Tingkat kondisi dan lingkungan air tanah tersebut dilihat dari besarnya penurunan muka air tanah serta nilai peringkat pH dan DHL yang mengacu pada matriks peringkat kerusakan kondisi air tanah (Permen ESDM No. 31 Tahun 2018).

Evaluasi dan pembaruan zona pemanfaatan air tanah perlu dilakukan secara berkala. Hal ini dikarenakan kebutuhan akan air bersih semakin meningkat dari waktu ke waktu seiring dengan bertambahnya penduduk. Air permukaan yang semakin menurun kualitas dan kuantitasnya menuntut masyarakat untuk mengambil air yang ada di bawah permukaan. Dalam pemanfaatannya, air tanah perlu dikeluarkan terlebih dahulu dari lapisan akuifer menuju ke permukaan dengan melakukan pemompaan.

Menurut Montgomery (2011), jika debit dari pemompaan air tanah melebihi laju dari debit imbuhan pada akuifer tersebut dalam suatu jangka waktu tertentu, maka dapat mengakibatkan penurunan ketinggian muka air tanah. Disebutkan pula bahwa penurunan ketinggian muka air tanah tidak dapat dibiarkan terjadi secara terus menerus karena penurunan ketinggian muka air tanah pada lapisan akuifer akan menyebabkan terjadinya proses kompaksi pada akuifer. Jika kompaksi terjadi, hal ini dapat memicu terjadinya amblesan pada lapisan atasnya. Oleh karena itu, penurunan ketinggian muka air tanah dapat mengakibatkan masalah struktural seperti gangguan pada pondasi bangunan. Jika terjadi pada daerah dekat pantai, penurunan ketinggian muka air tanah dapat mengakibatkan

banjir. Selain itu, jika pemompaan berlebih berada di daerah dekat pantai akan terjadi intrusi air asin pada lapisan akuifer. Intrusi air asin akan mengisi lapisan bagian bawah sedangkan air yang segar akan membentuk lensa di bagian atasnya akibat perbedaan densitas dari kedua jenis air tersebut.

Menurut Morris, dkk (2003) pemompaan yang berlebihan adalah suatu kondisi yang menunjukkan kondisi saat pemompaan air tanah melebihi imbuan, hal ini menimbulkan penurunan muka air tanah yang signifikan. Namun, beberapa akuifer dapat menunjukkan penurunan muka air tanah sebagai siklus musiman dalam jangka waktu tertentu walaupun tidak dilakukan pemompaan sama sekali (Gambar 9). Penurunan muka air tanah dapat terjadi saat musim kemarau atau sebagai efek jangka panjang dari kekeringan (kondisi imbuan minim). Muka air tanah akan kembali ke keadaan semula pada saat imbuan air tanah menjadi normal. Namun, dalam kasus pemompaan yang berlebihan, penurunan muka air tanah tidak akan kembali seperti semula.



**Gambar 9** Pola penurunan permukaan air di akuifer dalam kondisi imbuan yang berbeda (Morris dkk, 2003)

Pemanfaatan air tanah perlu dimonitoring karena dampak yang besar terhadap lingkungan. Peta zona pemanfaatan air tanah dapat dijadikan sebagai salah satu metode dalam upaya konservasi maupun upaya dalam pengurangan dampak dari perubahan iklim. Adaptasi perubahan iklim adalah proses penyesuaian dan respon terhadap dampak perubahan iklim dari kondisi iklim aktual atau di masa depan (Adlina, dkk 2019). Adaptasi di dalam sistem manusia bertujuan untuk menghindari bahaya yang bersifat moderat dan/atau termasuk memanfaatkan peluang yang ada. Adaptasi di dalam sistem alam berbentuk intervensi dari manusia yang dapat memfasilitasi penyesuaian terhadap kondisi iklim yang diharapkan serta dampak yang ditimbulkan (IPCC, 2014).

## **2.6. Proyeksi menggunakan InSAR dan Regresi Linear**

*Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR)* merupakan teknik penginderaan jauh (remote sensing) yang memanfaatkan perbedaan fase gelombang radar yang dipantulkan dari permukaan bumi untuk mendeteksi perubahan elevasi atau deformasi permukaan dengan ketelitian tinggi. Teknologi ini bekerja dengan menggunakan dua atau lebih citra radar yang diambil dari posisi orbit satelit yang hampir sama, namun pada waktu yang berbeda.

Regresi linear sederhana merupakan metode statistik yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara satu variabel bebas (independen) dan satu variabel terikat (dependen) dengan bentuk hubungan linier. Dalam konteks penelitian ini, variabel bebas (x) adalah waktu (dalam satuan hari atau tanggal ordinal), sedangkan variabel terikat (y) adalah nilai pengamatan, seperti kedalaman muka air tanah atau deformasi tanah (Montgomery & Runger, 2014).

Persamaan umum regresi linear sederhana dinyatakan sebagai:

$$y=mx+c$$

Keterangan:

y = variabel terikat (misalnya kedalaman muka air tanah atau deformasi tanah),

x = variabel bebas (waktu dalam satuan ordinal),

$m$  = kemiringan garis regresi (*slope*) yang menunjukkan laju perubahan per satuan waktu,

$c$  = konstanta (*intercept*) yang merupakan nilai awal pada saat  $x = 0$ .

Tujuan utama dari regresi linear adalah menentukan nilai  $m$  dan  $c$  yang menghasilkan garis terbaik untuk meminimalkan kesalahan antara data observasi dan hasil prediksi. Metode yang digunakan untuk menentukan parameter tersebut adalah metode deret waktu (*time series analysis*). Koefisien determinasi ( $R^2$ ) digunakan untuk menilai seberapa baik garis regresi menjelaskan variasi data aktual. Nilai  $R^2$  berada pada rentang 0 hingga 1. Semakin mendekati 1, maka semakin baik model regresi dalam menjelaskan hubungan antara variabel waktu dan variabel pengamatan.

Analisis deret waktu (*time series analysis*) merupakan metode statistik yang digunakan untuk menganalisis data yang dikumpulkan secara berurutan dalam interval waktu tertentu, dengan tujuan untuk memahami pola perubahan, mendeteksi tren, serta melakukan prediksi atau proyeksi terhadap nilai di masa mendatang. Deret waktu mencerminkan dinamika suatu fenomena yang berkembang dari waktu ke waktu, sehingga sangat relevan digunakan dalam studi perubahan lingkungan seperti penurunan muka tanah (*subsidence*) dan fluktuasi muka air tanah (Box dan Jenkins, 1976).

Dari data penurunan muka air tanah dan *land subsidence* Kota Semarang tahun 2012-2022 dapat dilakukan analisis deret waktu untuk memprediksi hasil penurunan muka air tanah dan *land subsidence* hingga tahun 2030 sehingga dapat memperkirakan dampak yang akan terjadi

## **2.7. Regulasi pemerintah terkait zona pemanfaatan air tanah**

Peraturan Wali Kota Semarang Nomor 23 Tahun 2023 terkait zonasi Bebas Air Tanah merupakan kebijakan pengendalian pemanfaatan air tanah yang ditetapkan sebagai respons terhadap meningkatnya tekanan eksploitasi serta indikasi penurunan kondisi cekungan air tanah di wilayah Kota Semarang. Regulasi ini mengatur penetapan zona tertentu sebagai kawasan yang dibatasi

hingga dilarang dalam pemanfaatan air tanah, khususnya pada wilayah yang telah memiliki alternatif sumber air melalui sistem perpipaan.

Selain Peraturan Walikota terdapat juga di tingkat provinsi, yaitu Pergub No. 68 Tahun 2017. Peraturan ini mengatur terkait Sistem Informasi Hidrologi, Hidrometeorologi, dan Hidrogeologi (SIH3) yang bertujuan meningkatkan efisiensi pengelolaan sumber daya air, mempermudah akses publik, serta mendukung perencanaan irigasi dan pengendalian banjir. Melalui sistem informasi tersebut, data mengenai potensi air tanah, kondisi akuifer, serta dinamika muka air tanah dapat dihimpun dan dikelola secara terpadu yang menghasilkan Peta geospasial interaktif, data real-time pos duga air/curah hujan, modul neraca air, dan sistem peringatan dini banjir (FFWS) guna mendukung pengendalian pemanfaatan air tanah. SIH3 bertindak sebagai satu sumber data (*single source of truth*) untuk perencanaan dan mitigasi bencana hidrometeorolog

Data dan parameter hidrogeologi yang tersedia melalui sistem informasi tersebut menjadi landasan penting dalam melakukan analisis kondisi air tanah serta dalam penyusunan kebijakan pengelolaan air tanah secara berkelanjutan. Parameter-parameter seperti tren penurunan muka air tanah, kapasitas akuifer, tingkat pemompaan air tanah, serta indikasi dampak lingkungan seperti intrusi air laut atau penurunan muka tanah merupakan indikator yang digunakan untuk menilai tingkat tekanan terhadap sistem akuifer. Informasi tersebut selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam evaluasi kondisi zona konservasi air tanah

Kebijakan-kebijakan ini diarahkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap air tanah, terutama pada sektor non-domestik dengan tingkat konsumsi tinggi, guna mencegah dampak lingkungan seperti penurunan muka air tanah dan penurunan tanah. Dengan pendekatan berbasis kondisi cekungan air tanah, peraturan ini berfungsi sebagai instrumen pengelolaan pemanfaatan yang bersifat preventif dan adaptif, serta menjadi bagian dari upaya menjaga keberlanjutan sumber daya air tanah dalam mendukung stabilitas lingkungan perkotaan secara jangka panjang.

Pemanfaatan air tanah untuk kebutuhan masyarakat perlu diatur melalui pendekatan berbasis kondisi hidrogeologi setempat. Pengaturan ini mencakup penentuan lapisan akuifer yang layak dieksploitasi, pembatasan debit pengambilan, penyesuaian jangka waktu izin, serta perlindungan daerah imbuhan agar keseimbangan sistem air tanah tetap terjaga dalam jangka panjang. Hal-hal tersebut tertuang dalam perizinan pengusahaan air tanah.

a. Izin Pengusahaan Air Tanah

- Izin Pengusahaan Air Tanah (Baru)

Skema perizinan pengusahaan air tanah yang baru diawali dari pihak pemohon sebagai pelaku usaha yang mengajukan permohonan melalui sistem OSS yang dikelola oleh BKPM. Proses pengajuan dilakukan secara daring melalui platform [oss.go.id](http://oss.go.id) dengan estimasi waktu layanan sekitar 14 hari hingga izin terbit. Dalam pengajuan tersebut, pemohon wajib melengkapi sejumlah persyaratan teknis, meliputi data koordinat rencana titik pengeboran dalam format derajat desimal, rencana jumlah debit pengambilan air tanah per hari, rencana kedalaman sumur, serta diameter sumur yang akan dibangun. Selain itu, pemohon juga harus menyertakan pernyataan kesanggupan untuk membangun sumur resapan, sumur imbuhan, dan/atau sumur pantau sebagai bagian dari upaya pengelolaan air tanah yang berkelanjutan, serta melampirkan gambar rencana konstruksi sumur bor atau sumur gali.

- Izin Pengusahaan Air Tanah (Perpanjangan)

Proses perpanjangan izin pengusahaan air tanah dimulai dari pemohon sebagai pelaku usaha yang mengajukan permohonan melalui sistem OSS yang dikelola oleh BKPM secara daring melalui laman [oss.go.id](http://oss.go.id). Mekanisme ini dirancang untuk memastikan keberlanjutan pemanfaatan air tanah tetap berada dalam koridor pengelolaan yang terkendali, dengan estimasi waktu layanan sekitar 14 hari hingga izin perpanjangan diterbitkan. Dalam pengajuan perpanjangan tersebut, pemohon diwajibkan melengkapi data teknis sumur yang masih digunakan, meliputi koordinat titik sumur bor atau sumur gali dalam format derajat

desimal, besaran debit pengambilan air tanah per hari, kedalaman sumur, serta diameter sumur.

Selain data teknis, pemohon juga harus menyertakan bukti foto geotagging untuk sumur imbuhan, sumur resapan, dan/atau sumur pantau sebagai bentuk komitmen terhadap upaya konservasi air tanah. Dokumen pendukung lainnya berupa gambar konstruksi sumur yang masih beroperasi serta dokumen SIPA yang akan diperpanjang juga menjadi bagian dari persyaratan administrasi. Seluruh kelengkapan ini berfungsi sebagai dasar evaluasi bagi otoritas untuk memastikan bahwa pemanfaatan air tanah yang berkelanjutan tetap sejalan dengan kondisi teknis di lapangan serta prinsip perlindungan sistem akuifer.

b. Pengaturan kepemilikan sumur bor lebih dari satu

Masyarakat yang memiliki lebih dari satu sumur bor produksi dalam suatu kawasan pemanfaatan air tanah perlu mengelola secara hati-hati karena berpotensi menimbulkan dampak hidrogeologis berupa terbentuknya kerucut penurunan muka air tanah (cone of depression) yang saling berinterferensi. Dalam kondisi ini, setiap kelompok lima sumur bor produksi diwajibkan membangun satu sumur pantau sebagai instrumen pengendalian dan pemantauan kondisi akuifer. Secara bertahap, badan usaha pada awalnya hanya akan diberikan izin untuk memiliki hingga empat sumur bor produksi, dan pembangunan sumur bor kelima serta seterusnya hanya dapat dilakukan setelah sumur pantau tersedia.

Selain itu, jarak antar sumur bor menjadi faktor krusial yang harus diperhatikan. Sumur yang terlalu berdekatan dapat menyebabkan tumpang tindih kerucut penurunan muka air tanah, sehingga mengurangi efektivitas debit yang diizinkan pada masing-masing sumur. Oleh karena itu, dalam kepemilikan lebih dari dua sumur produksi, pemohon diwajibkan melampirkan peta distribusi titik sumur bor. Peta ini berfungsi untuk menggambarkan jarak antar sumur serta menjadi dasar evaluasi terhadap potensi interferensi dan kelayakan debit yang direncanakan, sehingga pemanfaatan air tanah tetap berlangsung secara optimal dan berkelanjutan.

c. Kriteria Kondisi Air Tanah

Penentuan kebijakan pemanfaatan air tanah sangat ditentukan oleh kondisi sistem akuifer yang tercermin melalui tingkat kerentanan penurunan muka air tanah. Secara umum, kondisi ini diklasifikasikan ke dalam beberapa zona, mulai dari aman, rawan, kritis, hingga rusak, yang masing-masing mencerminkan tingkat tekanan terhadap keberlanjutan sumber daya air tanah. Dalam zona konservasi, daerah imbuhan air tanah masih memungkinkan dilakukan pengambilan hingga 25 m<sup>3</sup> per hari dengan penerapan prinsip Zero Delta Q agar keseimbangan antara pengambilan dan imbuhan tetap terjaga. Pada zona aman dan rawan, ketentuan pemanfaatan mengikuti peta zona konservasi yang berlaku, sedangkan pada zona kritis, pengambilan air tanah dibatasi maksimal 10 m<sup>3</sup> per hari.

Kondisi yang lebih berat terdapat pada zona rusak, di mana izin baru pengambilan air tanah tidak diperbolehkan, dan perpanjangan izin hanya dimungkinkan dengan batas maksimal 10 m<sup>3</sup> per hari. Selain mempertimbangkan zonasi, pemanfaatan juga dibedakan berdasarkan jenis akuifer. Pada akuifer bebas dengan kedalaman kurang dari 40 meter, pengambilan air tanah dibatasi maksimal 10 m<sup>3</sup> per hari, dengan ketentuan khusus bahwa pemanfaatan pada kedalaman kurang dari 40 meter umumnya ditujukan untuk kebutuhan domestik seperti air tanah dangkal atau pemanfaatan langsung.

d. Ketentuan Penggunaan air tanah berdasarkan tipe Akuifer

Berdasarkan kondisi geologi, terdapat batasan ketat bagi badan usaha dalam mengakses sumber daya air:

- Akuifer Bebas (Dangkal): Jika badan usaha menyadap akuifer pada kedalaman kurang dari 40 meter, mereka dibatasi hanya boleh mengambil debit maksimal 10 m<sup>3</sup>/hari.
- Akuifer Tertekan (Dalam): Kedalaman akuifer ini bervariasi tergantung geologi wilayah, namun umumnya dimulai pada kedalaman sekitar 40 meter.

- Pengecualian: Jika ditemukan kondisi geologi di mana akuifer tertekan terletak lebih dangkal (kurang dari 40 meter), maka debit air yang diberikan akan disesuaikan dengan potensi air tanah di lokasi tersebut
- e. Jangka waktu izin air tanah

Aturan Baru (Permen ESDM No. 14 Th. 2024) menetapkan bagi pelaku kegiatan usaha yang memiliki izin penggunaan air tanah selama 5 Tahun untuk semua zona. Namun, jangka waktu ini tetap dapat dievaluasi dan disesuaikan kembali dengan kondisi Zona Konservasi Air Tanah setempat sesuai dengan Permen ESDM.

Bagi penggunaan air tanah yang bersifat Bukan Usaha, jangka waktu izin diatur secara lebih spesifik berdasarkan tujuannya. Untuk pemenuhan kebutuhan pokok, izin bagi perseorangan berlaku selama pemohon masih hidup dan masih menggunakan air tanah, sedangkan bagi kelompok masyarakat, izin tetap berlaku selama kelompok tersebut masih ada dan terus menggunakan sumber air tersebut. Sementara itu, penggunaan air tanah untuk tujuan selain kebutuhan pokok diberikan jangka waktu selama 7 tahun, kegiatan *dewatering* untuk konstruksi sipil dibatasi maksimal selama 1 tahun, dan bagi sumur pantau serta sumur imbuhan, izin berlaku sepanjang fasilitas tersebut masih berfungsi dengan baik.

## **2.8. Kerangka pikir**

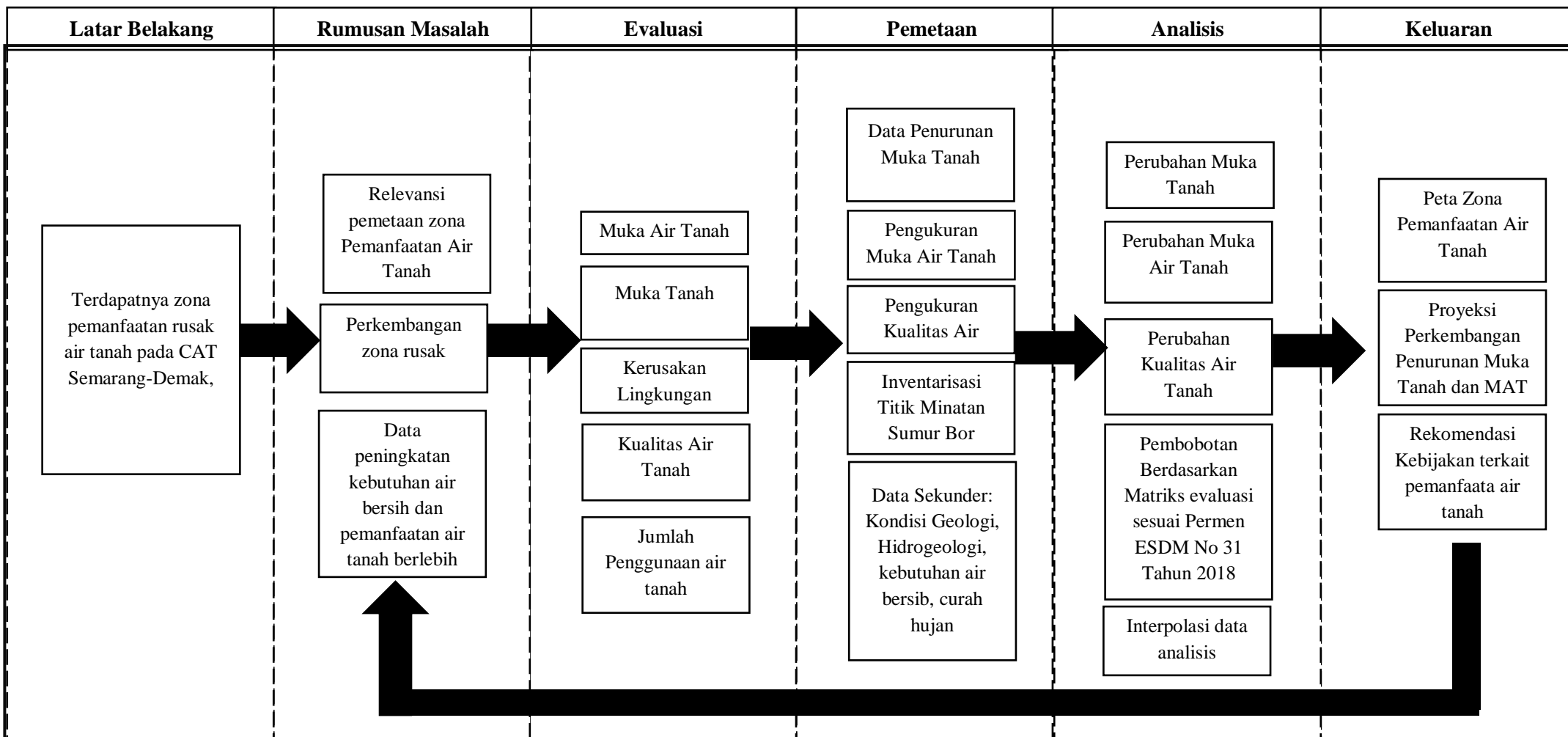
Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 259.K/MEM.G-GL 01/2022 tentang Standar Penyelenggaraan Izin Pengusahaan Air Tanah menyatakan bahwa pada zona pemanfaatan kritis dan rusak dilakukan pelarangan pengambilan air tanah pada izin baru serta pengurangan debit yang diizinkan saat pengurusan perpanjangan izin pengusahaan air tanah. Hal ini berdampak pada Cekungan Air Tanah Semarang – Demak di Kota Semarang, dimana terdapat zona pemanfaatan rusak air tanah sehingga zona pemanfaatan rusak air tanah perlu dievaluasi apakah masih relevan atau tidak.

Evaluasi zona pemanfaatan air tanah ini meliputi peninjauan ulang pada daerah pemanfaatan air tanah, permasalahan lingkungan, serta upaya konservasi.

Parameter yang digunakan dalam melakukan evaluasi zona pemanfaatan air tanah ini didasarkan pada Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 31 Tahun 2018 tentang Pedoman Penetapan Zona Konservasi Air Tanah. Dalam Peraturan ini pendekatan yang digunakan dalam evaluasi zona pemanfaatan air tanah meliputi perubahan kondisi muka air tanah, perubahan kondisi kualitas air tanah, perubahan kondisi atau kerusakan lingkungan, perubahan tata guna lahan atau pemanfaatan ruang, serta perubahan jumlah penduduk dan aktivitas manusia.

Berdasarkan evaluasi ini kemudian dilakukan pemetaan untuk mengetahui perubahan kondisi zona rusak pemanfaatan air tanah. Pemetaan dilakukan dengan metode observasi lapangan untuk mengetahui kondisi geologi dan hidrogeologi, pengukuran muka air tanah untuk mengetahui perubahan kedudukan muka *piezometric* air tanah, uji kualitas air tanah untuk mengetahui nilai TDS (*Total Dissolved Solid*) atau jumlah partikel terlarut didalam air dan DHL (Daya Hantar Listrik), inventarisasi titik minatan air tanah (sumur bor) khususnya yang digunakan untuk usaha, serta ditambah dengan data-data sekunder.

Data dari pemetaan yang telah dilakukan kemudian dianalisis untuk mendapatkan hasil evaluasi zona pemanfaatan. Data yang dianalisis berupa perubahan kedudukan muka air tanah, serta perubahan kualitas air tanah yang digabungkan (*overlay*) sesuai dengan matriks pada Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 31 Tahun 2018 tentang Pedoman Penetapan Zona Konservasi Air Tanah. Keluaran yang dihasilkan dari evaluasi ini adalah peta zona pemanfaatan air tanah terbaru di Kota Semarang. Peta zona pemanfaatan air tanah ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam penyusunan regulasi atau kebijakan pemanfaatan air tanah di Kota Semarang (Gambar 10).



Gambar 10 Kerangka Pikir Penelitian