

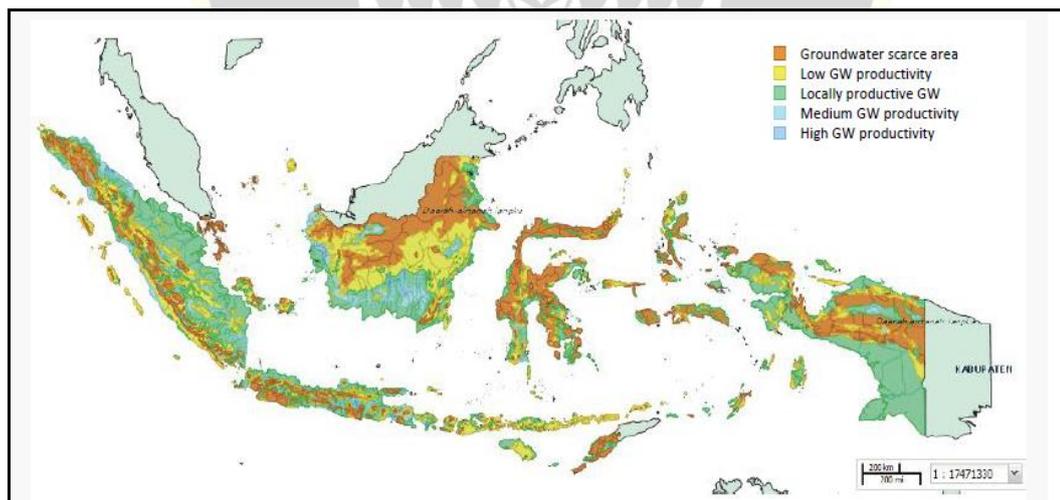
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah salah satu kebutuhan utama bagi makhluk hidup, termasuk manusia. Air di bumi terbagi menjadi 2, yaitu air tawar dan air asin. Air yang dibutuhkan oleh manusia adalah air tawar. Namun air tawar yang tersedia hanya sebesar 2,53% (UNESCO, 1978 dalam Kodoatie, 2012) dari seluruh jumlah air di bumi. Salah satu sumber air tawar di bumi adalah airtanah. Airtanah merupakan air bawah permukaan yang tersimpan di ruang antar pori batuan. Airtanah merupakan salah satu sumber daya yang ketersediaannya semakin terbatas.

Airtanah dieksploitasi secara berlebihan di sebagian besar wilayah perkotaan. Cakupan layanan perusahaan air yang buruk dan ditambah dengan kurangnya penegak izin membuat banyak industri dan perumahan memanfaatkan airtanah. Akuifer yang dieksploitasi biasanya tidak diisi ulang dan mengakibatkan ketersediaannya menipis dan bertahap akan habis. Potensi airtanah di Indonesia sekitar 520 miliar m³/tahun. Persebaran potensi airtanah di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1.1 Peta persebaran potensi airtanah di Indonesia (ADB, 2016)

Potensi airtanah terbesar di Papua dengan jumlah 231 miliar m³/tahun. Di urutan kedua ada pulau Sumatera dengan potensi 130 miliar m³/tahun dan terbesar ke tiga yaitu Pulau Kalimantan dengan 69 miliar m³/tahun. Sisanya tersebar di Jawa, Madura, Sulawesi, Bali, Nusa Tenggara dan Maluku (Tabel 1.1).

Tabel 1.1 Jumlah potensi airtanah di Indonesia

Wilayah	Jumlah Cekungan Airtanah	Area (km ²)	Kuantitas airtanah bebas dan airtanah tertekan (miliar m ³ /tahun)
Sumatera	65	272,843	130.079
Jawa dan Madura	80	81,147	40.897
Kalimantan	22	181,362	69.065
Sulawesi	91	37,778	20.244
Bali	8	4,381	1.598
Nusa Tenggara Barat	9	9,475	2.015
Nusa Tenggara Timur	38	31,929	8.429
Maluku	68	2,583	13.174
Papua	40	26,287	231.622
Total	421	907,615	517.123

Sumber: Badan Geologi (2008); Bakusurtanal (2001); Sistem Informasi Air Tanah Badan Geologi-PSDGATL; ADB (2016)

Potensi airtanah yang besar dimanfaatkan sebagai peluang usaha seperti pembatan air minum dalam kemasan dimana airtanah menjadi bahan bakunya. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia mencatat terdapat 49 perusahaan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) berizin di Pulau Sumatera, 4 perusahaan AMDK di Pulau Papua dan 36 perusahaan di Pulau Kalimantan (Kemenperin, 2021). Dari hal tersebut terlihat eksploitasi airtanah terbesar terjadi di Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan.

Isu mengenai pemindahan Ibu Kota ke Pulau Kalimantan menjadi alasan pemilihan lokasi penelitian di Pulau Kalimantan. Dua provinsi yang menjadi kandidat lokasi pemindahan Ibu Kota adalah Provinsi Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan. Dari kedua provinsi tersebut, diketahui perkembangan industri AMDK sangat pesat di Provinsi Kalimantan Selatan. Tercatat Provinsi Kalimantan Selatan memiliki 14 perusahaan AMDK berijin, sedangkan Provinsi Kalimantan Timur hanya sebanyak 8 perusahaan AMDK (Kemenperin, 2021).

Pusat pemerintahan Provinsi Kalimantan Selatan yang berada Kota Banjarbaru membuat perkembangan kota menjadi pesat dan berdampak pula pada kabupaten

di sekitarnya. Perkembangan Kota Banjarbaru dan sekitarnya terlihat dari meningkatnya jumlah penduduk setiap tahun. Berdasarkan BPS (Badan Pusat Statistik) jumlah penduduk di Kota Banjarbaru dan sekitarnya meningkat. Tercatat selama 6 tahun (2014-2020) peningkatan jumlah penduduk di setiap kabupaten mencapai lebih dari 20.000 jiwa (Tabel 1.2).

Tabel 1.2 Jumlah penduduk di Kota Banjarbaru, Kabupaten Banjar, dan Kabupaten Tanah Laut

Kabupaten/Kota	2014	2020	Jumlah peningkatan penduduk
Banjarbaru	227.500 ^a	253.442 ^b	25.942
Banjar	545.397 ^c	565.635 ^d	20.238
Tanah Laut	319.098 ^e	348.966 ^f	29.868

Sumber : ^aBPS Kota Banjarbaru (2015) ^dBPS Kabupaten Banjar (2021)
^bBPS Kota Banjarbaru (2021) ^eBPS Kabupaten Tanah Laut (2015)
^cBPS Kabupaten Banjar (2015) ^fBPS Kabupaten Tanah Laut (2021)

Berdasarkan jumlah penduduk yang terus meningkat, maka kebutuhan air bersih juga akan terus meningkat. Perhitungan jumlah air bersih terdapat pada Tabel 1.4. Analisis kebutuhan air bersih dilaksanakan dengan dasar analisis pertumbuhan penduduk pada wilayah yang direncanakan. Menurut Dirjen Cipta Karya PU (1996) dalam kebutuhan air domestik untuk kota dibagi dalam beberapa kategori, yaitu (Tabel 1.3).

Table 1.3 Standar kebutuhan air bersih untuk rumah tangga.

Kategori	Kota	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Bersih (L/orang/hari)
I	Metropolitan	>1.000.000	150
II	Besar	500.000-1.000.000	120
III	Sedang	100.000-500.000	90
IV	Kecil	20.000-100.000	80
V	Desa	3.000-20.000	60

Sumber: Direktorat Jendral Cipta Karya (1996)

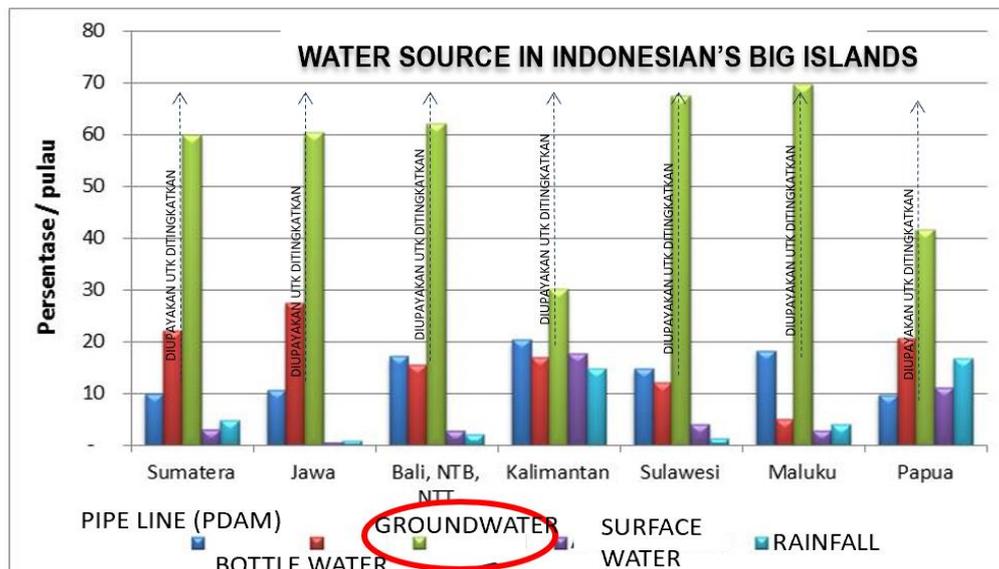
Tabel 1.4 Jumlah kebutuhan air bersih

Kabupaten/Kota	Jumlah Kebutuhan Air Bersih Tahun 2014 (L/hari)	Jumlah Kebutuhan Air Bersih Tahun 2020 (L/hari)
Banjarbaru	20.475.000	22.809.780
Banjar	65.447.640	67.876.200
Tanah Laut	28.718.820	31.406.940

Sumber: Analisis

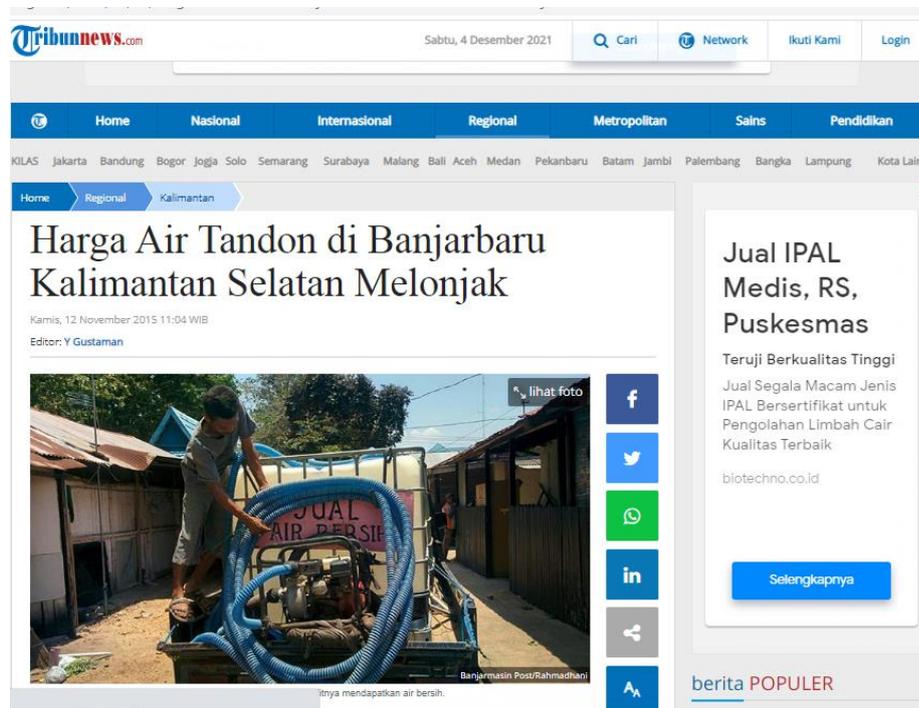
Kebutuhan air bersih dilokasi penelitian sebagian besar masih dipenuhi oleh airtanah, terutama airtanah dangkal (Gambar 1.2). Masyarakat masih

memanfaatkan airtanah dangkal karena dinilai lebih murah daripada menggunakan sumber air lainnya. Pada Tahun 215 biaya air bersih yang dibebankan oleh penyedia air bersih skala kecil (penjual keliling) sebesar Rp. 75.000 - Rp. 125.000 per tandon (kapasitas 1200 liter) (Rahmadhani, 2015). Sedangkan tarif biaya yang ditawarkan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) lebih murah, namun cakupan pelayanan PDAM juga belum maksimal. Pada Tahun 2012, PDAM Intan Banjar hanya mampu memenuhi 35,63% cakupan pelayanan dengan total pelanggan hanya 39.691 sambungan yang tersebar di Kota Banjarbaru dan Kabupaten Banjar. (pdamintanbanjar.co.id). Sedangkan PDAM Tirta Darma hanya mampu memenuhi 10,12% cakupan pelayanan dengan sambungan tidak lebih dari 6000 pelanggan yang tersebar di Kabupaten Tanah Laut (Sugiharto, E., 2020). Sayangnya air yang digunakan sebagai bahan baku PDAM bersumber dari airtanah. Artinya eksploitasi airtanah semakin besar dan pemanfaatan air permukaan masih belum optimal. Padahal air permukaan di Kota Banjarbaru dan sekitarnya sangat berpotensi menjadi sumber air bersih, mengingat Kota Banjarbaru di tunjang oleh 2 buah DAS (Daerah Aliran Sungai), yaitu DAS Riam Kanan dan DAS Taboneo (Kementerian PUPR).



DOMINATED BY GROUNDWATER !!!!

Gambar 1.2 Sumber air di Indonesia (Badan Geologi, 2015)



Gambar 1.3 Isu harga air bersih yang melonjak

Permintaan airtanah yang tinggi seiring dengan tingginya pertumbuhan penduduk dan rendahnya kesadaran masyarakat untuk mengelola airtanah dengan tepat membuat tidak terkendalinya pengambilan airtanah. Kondisi ini diperparah dengan rendahnya ketaatan masyarakat terhadap peraturan pemerintah mengenai ijin pengambilan airtanah dan tidak adanya sanksi hukum bagi pelanggar. Pengelolaan airtanah yang tidak tepat dapat memberikan dampak buruk bagi keberadaan airtanah. Dampak buruk tersebut dapat mempengaruhi kuantitas airtanah ataupun kualitas airtanah. Apabila kuantitas dalam hal ini jumlah airtanah terganggu, maka penggunaan airtanah akan terganggu, begitu juga apabila kualitas airtanah terganggu. Kualitas airtanah yang terganggu akan memberikan dampak buruk bagi kesehatan masyarakat.

Mengenai dampak apa saja yang akan terjadi apabila airtanah mengalami kerusakan, sebaiknya kita kembali pada konsep lingkungan. Komponen lingkungan terdiri dari 3, yaitu Abiotik, Biotik dan Sosial. Ketiga komponen tersebut saling berkaitan satu sama lain. Artinya apabila salah satu komponen

terganggu, maka akan berdampak pada komponen lainnya. Airtanah termasuk ke dalam komponen abiotik lingkungan. Apabila keseimbangan airtanah terganggu, maka akan berdampak pada komponen biotik dan sosial. Peristiwa penurunan kualitas airtanah karena pencemaran, intrusi atau bencana alam akan berdampak pada komponen biotik seperti manusia, fauna dan flora sekitar. Dampak buruk pada manusia dan flora seperti menimbulkan masalah kesehatan sedangkan dampak buruk bagi fauna data mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Selain komponen biotik yang terganggu, masalah lain adalah komponen sosial ekonomi dimana masyarakat harus mengeluarkan biaya tambahan untuk mendapat pasokan air bersih.

Pengelolaan airtanah yang tepat akan mendukung program pembangunan berkelanjutan dimana salah satu tujuannya adalah menyediakan akses air bersih dan sanitasi. Pembangunan berkelanjutan merupakan proses pembagunan dengan berprinsip “Memenuhi kebutuhan sekarang tanpa mengorbankan pemenuhan kebutuhan generasi masa depan”. Konsep pembangunan berkelanjutan antara lain mengelola sumber daya alam dengan baik, memanfaatkan sumber daya alam secara efektif sehingga tidak ada pemborosan, dan mempertahankan kualitas kehidupan manusia pada masa kini dan masa depan.

Bencana terkait pencemaran airtanah, kekeringan, krisis air bersih hingga fenomena intrusi dapat dicegah sejak awal apabila pengelolaan airtanah dilakukan dengan tepat dan berlandaskan prinsip berkelanjutan. Dengan menerapkan prinsip pembangunan berkelanjutan pada pengelolaan airtanah, diharapkan jumlah dan kualitas airtanah tetap terjaga dengan baik dan tetap dimanfaatkan dengan semestinya. Menurut IEC (*Indonesia Environment Center*), terdapat 3 aspek pengelolaan airtanah, yaitu aspek pemanfaatan, aspek pelestarian dan aspek pengendalian. Aspek pemanfaatan dapat berkelanjutan jika aspek pelestarian dan aspek pengendalian juga diperhitungkan.

Kebutuhan akan airtanah semakin meningkat seiring meningkatnya jumlah penduduk. Mengingat jumlah airtanah yang terbatas, maka perlu adanya pengelolaan yang tepat sehingga pemanfaatan airtanah dapat sebesar-besarnya untuk masyarakat, tidak merusak dan berkelanjutan. Meningkatnya pengambilan

airtanah akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas airtanah. Pengelolaan airtanah yang tidak tepat dapat memberikan dampak lingkungan seperti fenomena intrusi air asin, defisit airtanah, penurunan permukaan tanah dan pencemaran airtanah.

Pencemaran airtanah adalah dampak lingkungan secara kualitas. Airtanah akan mengalami pencemaran karena adanya penurunan kualitas airtanah. Pencemaran airtanah sering terjadi di daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi, kawasan industri, dan daerah pertanian dimana banyak masyarakat memanfaatkan airtanah sebagai sumber air bersih. Dalam aspek lingkungan, pencemaran merupakan isu lingkungan yang selalu mencuri perhatian. Namun hingga saat ini masalah pencemaran yang dikaji banyak mengenai tentang sampah. Bagaimana dengan pencemaran airtanah, dimana diketahui airtanah masih menjadi salah satu sumber air bersih masyarakat.

Pencemaran adalah suatu zat dalam konsentrasi tertentu dapat mengakibatkan bahaya bagi manusia, hewan dan tumbuhan (Morriss, dkk (2003); Hendrayana (2011)). Sedangkan menurut Palar (2004) mendefinisikan pencemaran adalah kondisi yang telah berubah dari kondisi asal ke kondisi yang lebih buruk karena masuknya bahan-bahan pencemar atau polutan. Pencemaran airtanah dapat terjadi karena beberapa faktor, salah satunya adalah faktor dari aktivitas manusia (Mohammad dkk., 2017). Pencemaran airtanah dapat terjadi karena penggunaan pestisida dalam bidang pertanian atau pencemaran airtanah karena limbah rumah tangga, atau pencemaran karena aktivitas industri (Kesuma dkk., 2017).

Masyarakat Kota Banjarbaru dan sekitarnya memanfaatkan airtanah dangkal dengan membuat sumur gali untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Masyarakat menilai dengan membuat sumur gali akan lebih hemat dan mudah. Oleh karena itu, minat masyarakat untuk memanfaatkan airtanah dangkal lebih tinggi. Menurut Baalousha (2016), airtanah dangkal memiliki potensi untuk tercemar, hal ini karena kondisi hidrogeologi yang berpengaruh terhadap masuknya kontaminan terlarut ke dalam airtanah. Muka airtanah yang sangat dekat dengan permukaan membuat airtanah mudah tercemar. Isu mengenai pencemaran airtanah telah dikemukakan oleh Abdullah (2018) yang menyebutkan bahwa air sumur di Banjarbaru mengalami pencemaran akibat *septic tank* yang jaraknya relatif dekat

dengan sumur dan relatif dangkal. Selain itu, beberapa lokasi menunjukkan sumber pencemar lainnya berupa bocornya tangki solar. Kasus bocornya tangki minyak bumi sudah sering terjadi. Peristiwa terbaru terjadi pada Bulan Agustus 2021 di Kecamatan Martapura, Kabupaten Banjar. Akibat peristiwa tersebut, masyarakat yang terdampak terpaksa membeli air bersih dari Waduk Riam Kanan dan harus membuat sumur gali baru. Anisyah, dkk (2013) telah mengkaji kualitas air sumur gali di Kota Banjarbaru dan hasilnya hanya 30% dari sampel yang memenuhi baku mutu. Sedangkan 70% sampel air sumur gali lainnya telah tercemar ringan hingga tercemar berat.



Gambar 1.4 Isu pencemaran air sumur di Kota Banjarbaru

Pengelolaan airtanah yang tidak tepat di kawasan pesisir juga dapat memicu fenomena intrusi air asin. Intrusi air asin adalah peristiwa masuknya air asin ke dalam lapisan akuifer di daratan. Intrusi air asin menjadi masalah lingkungan utama yang dihadapi akuifer pesisir di seluruh dunia (Don *dkk.*, 2006; Trabelsi *dkk.*, 2007; Sherif *dkk.*, 2012; Kazakis *dkk.*, 2016) tidak terkecuali lokasi penelitian yang berbatasan langsung dengan laut. Lokasi penelitian yang berbatasan langsung dengan laut jawa memiliki garis pantai sepanjang 61.2 km. Akibat intrusi air asin, kualitas airtanah juga dapat terganggu. Organisasi

kesehatan dunia (WHO, 2017) menyebutkan bahwa air tawar tidak dapat diminum apabila telah bercampuran dengan klorida sebanyak 250 mg/L (Abarca *dkk.*, 2013). Selain mengganggu manfaat airtanah sebagai air minum, Intrusi air asin juga mempengaruhi manfaat airtanah sebagai air irigasi. Menurut Li *dkk.* (2011), konsentrasi garam yang tinggi di tanah akan membatasi pertumbuhan tanaman. Kadar garam yang tinggi juga dapat merusak konstruksi sumur dan menimbulkan korosi sehingga dapat memperburuk kualitas airtanah. Intrusi air laut dapat terjadi karena terganggunya keseimbangan gradient hidrolik akuifer di kawasan pesisir. Ketidakseimbangan gradient hidrolik disebabkan oleh pemompaan airtanah yang tidak terkontrol (Lee *dkk.*, 2016; Zhu *dkk.*, 2020).



Gambar 1.5 Isu intrusi air laut di sekitar lokasi penelitian

Isu intrusi air laut telah banyak terjadi, terutama intrusi air laut di Sungai Martapura (Sukarli, 2019). Hal ini perlu diwaspadai karena pengaruh intrusi akan meluas jika tidak ditangani dengan tepat. Minarto *dkk.* (2014) memetakan pola persebaran intrusi air laut terhadap airtanah di pesisir barat Kabupaten Tanah Laut menggunakan metode geolistrik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi intrusi yang berjarak 190 m dari garis pantai dengan kedalaman

mencapai 65 m. Berdasarkan 2 informasi tersebut, maka dapat diketahui bahwa pesisir barat Kalimantan Selatan telah mengalami intrusi, baik intrusi pada airtanah maupun air permukaan.

Kasus pencemaran airtanah dan intrusi air asin berdampak pada jumlah ketersediaan air bersih yang dapat dimanfaatkan masyarakat semakin terbatas. Denny, S (2018) menyebutkan kemarau panjang dan intrusi air laut menyebabkan kawasan pesisir di Provinsi Kalimantan Selatan mengalami krisis air bersih. Krisis air bersih banyak dialami masyarakat di kawasan pesisir, termasuk di Kabupaten Banjar dan Kabupaten Tanah Laut. Dalam Jurnal Kalimantan (2021) menyebutkan, krisis air bersih yang melanda di Kabupaten Tanah Laut terjadi di 6 Kecamatan dan disebabkan oleh bencana banjir yang terjadi pada awal tahun 2021.



Gambar 1.6 Isu krisis air bersih di sekitar lokasi penelitian

Belum tersedianya penelitian mengenai kerentanan airtanah di Kota Banjarbaru dan sekitarnya membuat penelitian ini penting, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan airtanah yang berkelanjutan. Melihat potensi terjadinya pencemaran dan intrusi maka penelitian mengenai kerentanan airtanah di Kota Banjarbaru dan sekitarnya akan terbagi menjadi 2 jenis, yaitu kerentanan airtanah terhadap pencemaran dan kerentanan airtanah terhadap intrusi. Dalam penelitian ini, kerentanan pencemaran airtanah menggunakan

metode *DRASTIC*. Metode ini dipilih karena dapat diterapkan pada area penelitian yang luas. Metode ini juga menggunakan 7 parameter yang mempertimbangkan faktor hidrogeologi. Jika dibandingkan dengan metode lain seperti metode *GOD* dan *AVI* yang hanya menggunakan 3 parameter, metode *DRASTIC* dinilai lebih akurat karena lebih banyak mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi pergerakan airtanah. Sedangkan metode kerentanan intrusi menggunakan metode *GALDIT*. Metode ini dipilih karena satu-satunya metode yang mempertimbangkan faktor penyebab intrusi daripada metode kerentanan lainnya.

Dari hasil kajian kerentanan pencemaran airtanah, maka diharapkan mampu memberikan rekomendasi pengelolaan airtanah di tiap tingkat kerentanan. Kajian kerentanan airtanah juga merupakan salah satu bentuk sistem peringatan dini (*early warning sysem/EWS*) yang dapat meningkatkan kesiapsiagaan segala pihak akan terjadinya bencana terhadap airtanah seperti defisit airtanah, pencemaran airtanah dan intrusi air laut. EWS juga mampu mengurangi risiko yang ditimbulkan. Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian yang akan dilaksanakan yaitu penentuan indeks kerentanan airtanah di wilayah Kota Banjarbaru dan sekitarnya dengan menggunakan metode penilaian kerentanan airtanah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat kerentanan airtanah terhadap pencemaran di lokasi penelitian?
2. Bagaimana tingkat kerentanan airtanah terhadap intrusi air asin di lokasi penelitian?
3. Bagaimana kualitas airtanah di lokasi penelitian?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka dapat diketahui tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengkaji kerentanan airtanah terhadap pencemaran di Kota Banjarbaru dan sekitarnya. Sehingga diketahui zona tingkat kerentanan pencemaran di lokasi penelitian.
2. Mengkaji kerentanan airtanah terhadap penyusupan air asin di Kota Banjarbaru dan sekitarnya. Sehingga diketahui zona tingkat kerentanan intrusi di lokasi penelitian.
3. Mengkaji kualitas airtanah di Kota Banjarbaru dan sekitarnya. Sehingga dapat diketahui kualitas airtanah dan menggunakan airtanah sesuai dengan peruntukannya.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi indeks kerentanan airtanah terhadap pencemaran, pemompaan dan penyusupan air asin di Kota Banjarbaru dan sekitarnya yang meliputi sebagai berikut ini:

1. Memetakan kerentanan airtanah di Kota Banjarbaru dan sekitarnya.
2. Pelaksanaan pemetaan dan pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juli-Agustus 2019
3. Penilaian kerentanan airtanah terhadap pencemaran dengan menggunakan metode *DRASTIC*.
4. Penilaian kerentanan airtanah terhadap intrusi air asin dengan menggunakan metode *GALDIT*.
5. Penilaian kualitas airtanah meliputi geokimia airtanah, pemanfaatan airtanah untuk air minum dan irigasi.

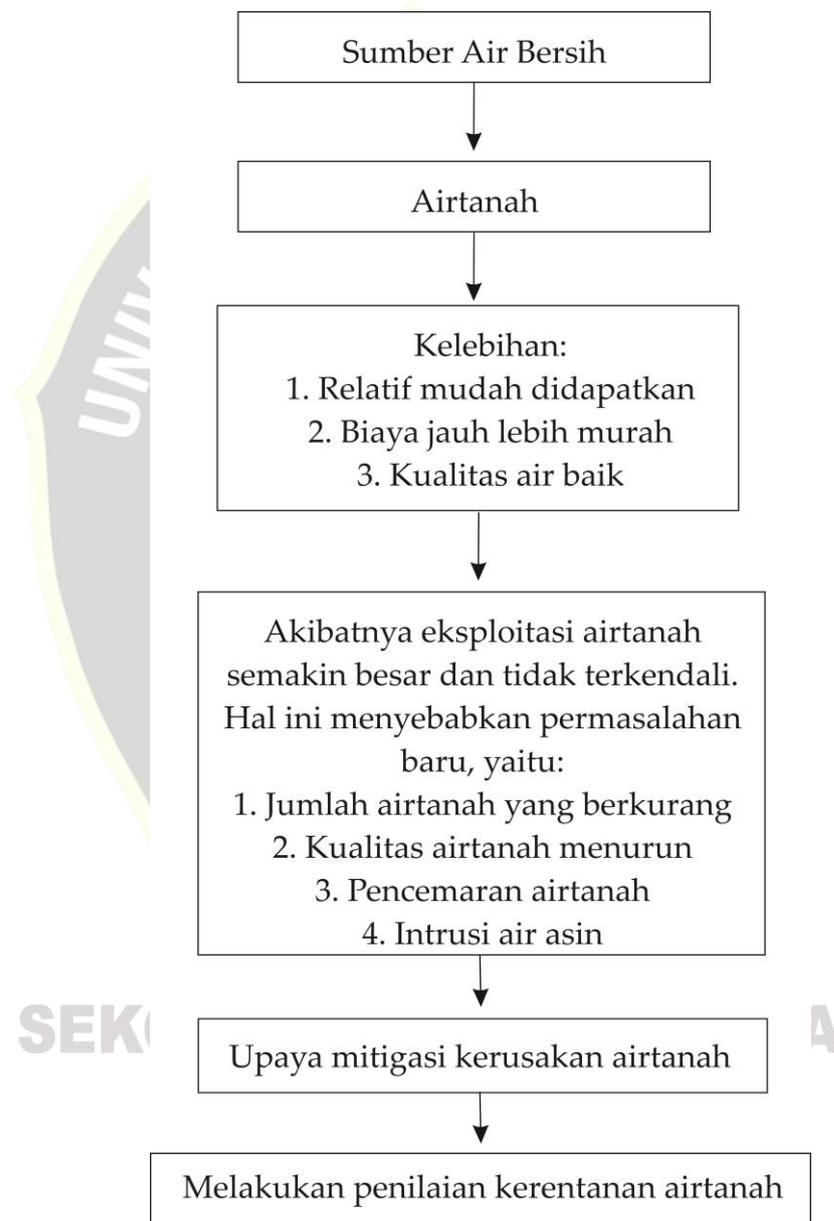
1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan pertimbangan dalam pengelolaan airtanah di Kota Banjarbaru dan sekitarnya.

1. Memberikan solusi penanganan daerah dengan tingkat pencemaran dan intrusi yang tinggi serta alternatif sumber air bersih lain.
2. Memberikan rekomendasi pemantauan kondisi airtanah secara berkala
3. Memberikan rekomendasi dalam upaya konservasi airtanah

4. Memberikan rekomendasi pencegahan pencemaran dan intrusi air asin terhadap airtanah
5. Memberikan rekomendasi pengelolaan airtanah yang tepat agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan.

1.6 Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 1.7 Kerangka pikir penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri atas lima bab dengan rincian sebagai berikut:

a. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari subbab yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, penelitian terdahulu dan sistematika penulisan.

b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini terdiri dari subbab yang meliputi tinjauan pustaka hidrogeologi, jenis-jenis lapisan pembawa air, jenis-jenis akuifer, kerentanan airtanah terhadap pencemaran menggunakan metode *DRASTIC*, kerentanan airtanah terhadap intrusi air asin menggunakan metode *GALDIT*, dan analisis kualitas airtanah.

c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini terdiri dari subbab yang meliputi metode penelitian, alat dan bahan, tahapan penelitian dan diagram alir penelitian.

d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdiri dari subbab yang meliputi pembahasan kondisi hidrogeologi, parameter dan hasil pemetaan kerentanan airtanah terhadap pencemaran menggunakan metode *DRASTIC*, kerentanan airtanah terhadap intrusi air asin menggunakan metode *GALDIT* dan kualitas airtanah.

e. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini terdiri dari subbab yang berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian

1.8 Originalitas Penelitian

Sebelum penelitian ini dilakukan, telah terdapat beberapa penelitian yang terdahulu namun terdapat perbedaan lokasi, tujuan, variabel, metode, dan alat analisis yang digunakan. Beberapa penelitian yang dilakukan terkait dengan kerentanan airtanah adalah sebagaimana pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Penelitian terdahulu

No.	Nama/Tahun	Judul	Isi
1.	Putranto, (2008)	Zona Kerentanan Airtanah Terhadap Kontaminan dengan Metode <i>DRASTIC</i>	Penelitian ini menggunakan metode <i>DRASTIC</i> dan berlokasi daerah di sekitar sungai Miho dan musim memiliki nilai <i>DRASTIC INDEX (DI)</i> tinggi dikarenakan kedangkalan air, rata-rata net recharge yang tinggi, dan daya konduktivitas hidrolis material tanah yang tinggi. Sebaliknya, bagian selatan daerah penelitian memiliki nilai DI rendah, karena kedalaman air, rendahnya daya konduksi hidrolis akuifer tepi, dan tingkat kecuraman yang tinggi. Ketujuh kategori penggunaan lahan (lahan kosong, perairan, hutan, lahan pertanian, alluvium, channel deposit, dan daerah pemukiman) memiliki potensi pencemaran airtanah yang beragam. Nilai <i>net recharge</i> perairan, <i>channel deposit</i> , dan daerah pemukiman lebih rendah dari hutan, lahan pertanian, lahan kosong, dan alluvium. Meskipun daerah pemukiman memiliki rating <i>net recharge</i> rendah, namun daerah tersebut rentan kontaminasi airtanah karena banyaknya sumber pencemaran
2.	Martinez-Bastida, dkk., (2009)	<i>Intrinsic and Specific Vulnerability of Groundwater in Central Spain the Risk of Nitrate Pollution</i>	Penelitian ini menggunakan dua metode dalam menentukan tingkat kerentanan intrinsik airtanah. Metode <i>DRASTIC</i> menggunakan tujuh parameter, yaitu: kedalaman muka airtanah (D), jumlah area recharge (R), litologi akuifer (A), jenis media tanah (S), topografi (T), jenis media zona tak jenuh air (I), dan konduktivitas hidrolika (C). Sedangkan metode GOD menggunakan 3 parameter, yaitu: <i>groundwater occurrence</i> , <i>overall lithology of aquifer or aquitard</i> , dan <i>depth to groundwater table</i> . Penentuan kerentanan spesifik dalam penelitian ini menggunakan adaptasi dari metode <i>DRASTIC</i> dengan menambahkan parameter penggunaan lahan. Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat kerentanan spesifik memperlihatkan hasil yang lebih detail sesuai dengan potensi tingkat kerentanan, dimana faktor aktivitas manusia menjadi penyebab terjadinya pencemaran.

Tabel 1.5 Lanjutan

No.	Nama/Tahun	Judul	Isi
3.	Recinos, dkk., (2015)	<i>Application of GALDIT Index to Assess the Intrinsic Vulnerability to Seawater Intrusion of Coastal Granular Aquifers</i>	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerentanan intrinsik airtanah terhadap intrusi air laut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode <i>GALDIT</i> . Metode <i>GALDIT</i> menggunakan enam parameter <i>GALDIT</i> yang meliputi <i>groundwater occurrence, aquifer type, hydraulic conductivity, level above mean sea level, distance from coast, impact of existing intrusion</i> dan <i>aquifer thickness</i> . Hasil analisis menunjukkan wilayah yang paling rentan terhadap intrusi adalah bagian selatan hingga barat daya wilayah penelitian atau sebesar 45% dari seluruh wilayah penelitian memiliki tingkat kerentanan tinggi. Selain itu, muka airtanah tiap tahun pada wilayah penelitian mengalami penurunan.
4.	Hastuti, (2016)	Analisis Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran di Dataran Alluvial Kota Semarang Menggunakan Metode <i>GOD</i> dengan Memanfaatkan Data Resistivitas dan Data Hidrogeologi	Penelitian ini menggunakan metode <i>GOD</i> dalam penentuan kerentanan airtanah terhadap pencemaran di Kota Semarang. Penelitian ini dilakukan di dataran alluvial Kota Semarang. Metode <i>GOD</i> tiga parameter sebagai berikut $G = \text{Groundwater occurrence}$, $O = \text{Overall lithology of aquifer or aquitard}$, dan $D = \text{Depth to groundwater table}$. Ketiga parameter tersebut diperoleh dari data hidrogeologi dan data resistivitas. Hasil analisis dengan metode ini menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki tiga tingkat kerentanan airtanah terhadap pencemaran yaitu daerah kerentanan rendah, menengah, dan tinggi. Sehingga dari hasil penelitian dapat direkomendasikan yaitu membuat kawasan terbuka hijau untuk mengurangi pencemaran dan terbentuk ruang resapan airtanah, serta membatasi kegiatan untuk memperoleh keuntungan ekonomi dan mengurangi bahaya pencemaran lingkungan.

Tabel 1.5 Lanjutan

No.	Nama/Tahun	Judul	Isi
5.	Putranto, dkk., (2016)	Studi Kerentanan Airtanah Terhadap Kontaminan Menggunakan Metode <i>DRASTIC</i> di Kota Pekalongan	Penelitian ini menggunakan metode <i>DRASTIC</i> dan berlokasi daerah di Kota Pekalongan, Metode ini merupakan metode pembobotan berdasarkan beberapa parameter, yaitu: kedalaman muka airtanah (D), jumlah area <i>recharge</i> (R), litologi akuifer (A), jenis media tanah (S), topografi (T), jenis media zona tak jenuh air (I), dan konduktivitas hidrolika (C). Rekomendasi yang dilakukan untuk meminimalkan kerentanan airtanah terhadap kontaminan yaitu: (1) Pemantauan airtanah secara berkala meliputi kualitas dan kuantitas airtanah; (2) Sosialisasi penggunaan airtanah sebagai sumber alternatif terakhir sumber air baku; (3) Sosialisasi pengolahan air limbah rumah tangga pada lokasi yang dekat dengan sumur gali; (4) Pembuatan peraturan daerah mengenai alur pembuangan air limbah dan konstruksi saluran pembuangan air limbah; dan (5) Penegakan peraturan daerah tentang sampah dan limbah industri.
6.	Gemilang, dkk., (2017)	Penilaian Kerentanan Airtanah Menggunakan Metode <i>GALDIT</i> (Studi Kasus : Kawasan Pertanian Garam Pademawu, Madura-Indonesia)	Penelitian ini dilakukan untuk pemetaan kerentanan airtanah dengan menggunakan metode <i>GALDIT</i> dengan enam parameter meliputi <i>groundwater occurrence, aquifer type, hydraulic conductivity, level above mean sea level, distance from coast, impact of existing intrusion</i> dan <i>aquifer thickness</i> . Hasil analisis menunjukkan tingkat kerentanan airtanah pesisir Pademawu terbagi menjadi tiga kelas yaitu kerentanan tinggi, menengah dan rendah. Hasil perhitungan analisis sensitivitas menunjukkan bahwa parameter jarak airtanah terhadap garis pantai (D) bernilai 74% diinterpretasikan sangat mempengaruhi tingkat kerentanan airtanah. Tingkat kerentanan airtanah tinggi berada pada area terdekat dengan pantai dan kawasan pertanian garam, berangsur berubah menjadi rendah ke arah Utara.

Tabel 1.5 Lanjutan

No.	Nama/Tahun	Judul	Isi
7.	Lubis, dkk., (2018)	Penentuan Indeks Kerentanan Airtanah Pesisir Jawa di Wilayah Selat Sunda dengan Menggunakan Metode <i>GALDIT</i>	Penelitian yang dilakuakn di pesisir Selat Sunda ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerentanan airtanah disepanjang pesisir dengan menganalisa dengan parameter bencana. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode <i>GALDIT</i> . <i>GALDIT</i> menggunakan enam parameter, yaitu: <i>groundwater occurrence, aquifer type, hydraulic conductivity, level above mean sea level, distance from coast, impact of existing intrusion</i> dan <i>aquifer thickness</i> . Hasil analisis menunjukkan bahwa wilayah penelitian terbagi menjadi 3 tingkat kerentanan, yaitu kerentanan rendah, kerentanan sedang, dan kerentanan tinggi. Wilayah kerentanan akan semakin luas jika dimasukan faktor kerentanan bencana alam seperti tsunami.
8.	Kazaki, dkk., (2016)	<i>Seawater Intrupping Using Electrical Resistivity Tomography and Hydrochemical Data. an Application in The Coastal Area of Eastern Thermaikos Gulf, Greece</i>	Penelitiann yang dilakukan berupa pemetaan intrusi di pesisir timur Teluk Thermaikos, Yunani. Pemetaan intrusi menggunakan <i>electrical resistivity</i> dan hidokimia berdasarkan pada rasio ion yaitu Na^+/Cl^- , SO_4^{2-}/Cl^- , Cl^-/HCO_3^- dan $Mg^{2+}/(Mg^{2+}+Ca^{2+})$. Hasil penelitian mennjukkan sebagian besar akuifer dipengaruhi oleh intrusi air laut. Metode ERT menunjukkan salinisasi akuifer lebih dari 1 km ke arah daratan dengan kedalaman hingga 200 m.
9.	Kumari, dkk., (2016)	<i>Groundwater Vulnerability Assessment Using SINTACS Model and GIS in Raipur and Naya Raipur, Chhattisgarh, India</i>	Penelitian mengenai kerentanan airtanah dengan metode <i>SINTACS</i> . Terdapat 7 parameter, yaitu kedalaman muka airtanah, infiltrasi, zona tak jenuh air, media tanah, media akuifer, konduktivitas hidrolik dan topografi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai indeks <i>SINTACS</i> berkisar antara 121-176 dan lokasi penelitian terbagi menjadi 4 tingkat kerentanan yaitu kerentanan sangat rendah, kerentanan rendah, kerentanan sedang, kerentanan tinggi.

Tabel 1.5 Lanjutan

No.	Nama/Tahun	Judul	Isi
10.	Noori, dkk., (2018)	<i>Modified-DRASTIC, Modified SINTACS and SI Methods for Groundwater Vulnerability Assessment in the Southern Tehran Aquifer</i>	Penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi model <i>SINTACS</i> dan <i>DRASTIC</i> dengan parameter penggunaan lahan (LU). Metode <i>DRASTIC</i> , modifikasi <i>SINTACS</i> , dan <i>SI</i> yang dimodifikasi untuk penilaian kerentanan air tanah di akuifer selatan Teheran, Iran. Analisis sensitivitas parameter tunggal berfungsi untuk menentukan parameter paling signifikan untuk modifikasi <i>DRASTIS</i> , modifikasi <i>SINTACS</i> dan pendekatan <i>SI</i> . Model <i>DRASTIS</i> dan <i>SINTACS</i> yang dimodifikasi, sedangkan <i>SI</i> sangat dipengaruhi oleh media akuifer dan LU. Untuk meningkatkan kinerja, model diimplementasikan menggunakan "bobot efektif" daripada "bobot teoretis". Keakuratan model dinilai menggunakan konsentrasi nitrat di akuifer. Penerapan <i>SINTACS</i> yang dimodifikasi saat menggunakan bobot "efektif", menghasilkan kesimpulan bahwa 19,6%, 55,2%, 23,4%, dan 1,6% dari wilayah studi masing-masing menempati zona kerentanan sangat tinggi, tinggi, sedang dan rendah

Berdasarkan Tabel 1.5 terlihat beberapa metode penentuan kerentanan airtanah terhadap pencemaran. Telihat perbedaan antara penelitian yang akan dilakukan, yaitu dengan menggunakan 2 metode kerentanan airtanah. Dalam penelitian ini dipilih metode *DRASTIC* karena tidak hanya mempertimbangkan kondisi zona jenuh air saja, namun juga mempertimbangkan kondisi di zona tak jenuh air sebagai penentu mudah tidaknya zat pencemar masuk ke dalam lapisan di zona ini. Metode ini juga cocok diterapkan ada wilayah penelitian yang luas.

Selanjutnya kerentanan airtanah terhadap intrusi air asin ditambahkan dalam penelitian ini karena melihat lokasi penelitian yang berbatasan langsung dengan laut. Intrusi air asin akan mempengaruhi kualitas airtanah, sehingga dapat mengurangi manfaat dari airtanah. Metode yang digunakan dalam penentuan kerentanan airtanah terhadap intrusi air asin adalah metode *GALDIT*. Metode ini dipilih karena mempertimbangkan kondisi lingkungan airtanah yang berbatasan langsung dengan laut, tidak hanya dari aspek hidrogeologi saja.