

Kerentanan Air Tanah Terhadap Intrusi Air Laut Dengan Menggunakan Metode GALDIT di Sekitar Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan¹

Groundwater Vulnerability to Seawater Intrusion Using GALDIT Method in The Vicinity of Makassar City, South Sulawesi Province

Iqbal Fuady Ahmad Lathif^a, Wahyu Wilopo^{a,b 2}, Esti Handini^a

^a Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

^b PUI Gama-Inatek, Fakultask Teknik, Universitas Gadjah Mada

ABSTRAK

Kota Makassar yang berkembang pesat banyak menghadapi tantangan pemenuhan kebutuhan air bersih, terutama dari air tanah yang secara kualitas lebih baik. Di wilayah pesisir, pemanfaatan air tanah yang berlebihan dapat memicu intrusi air laut, yang menyebabkan penurunan kualitas air tanah di beberapa daerah di Kota Makassar. Penelitian ini menggunakan metode GALDIT yang dimodifikasi dengan menambahkan parameter kepadatan penduduk untuk menilai kerentanan air tanah terhadap intrusi air laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah pesisir Makassar memiliki dua tipe akuifer, yaitu akuifer bebas pada bagian atas yang tersusun dari pasir dan pasir lempungan, serta akuifer semi tertekan di bagian bawah yang tersusun dari batupasir, batupasir lempungan, dan batupasir tufan. Aliran air tanah bergerak dari daerah tinggian di tenggara menuju barat laut, dengan daerah pembuangan di laut Selat Makassar. Terdapat tiga zona kerentanan air tanah: tinggi, sedang, dan rendah. Zona kerentanan tinggi ditemukan di Kecamatan Mariso, Wajo, dan Tallo, yang dipengaruhi oleh genangan air laut akibat reklamasi pantai dan interaksi suplai air sungai dengan air tanah di daerah muara. Analisis menunjukkan bahwa kepadatan penduduk adalah parameter paling signifikan dalam menentukan kerentanan, diikuti oleh muka air tanah, jarak dari garis pantai, konduktivitas hidraulika, tebal akuifer, tipe akuifer, dan dampak status intrusi.

Kata kunci: Kerentanan air tanah, intrusi air laut, metode GALDIT, Makassar

ABSTRACT

The rapid development of Makassar City has led to increasing demands for clean water, particularly from groundwater sources, which generally offer better quality. However, excessive groundwater extraction in coastal areas poses a significant risk of seawater intrusion, resulting in declining groundwater quality in several regions. This study employs a modified GALDIT method by incorporating population density as an additional parameter to assess groundwater vulnerability to seawater intrusion. The results reveal the presence of two types of aquifers in the coastal area of Makassar: an unconfined aquifer composed of sand and sandy clay, and a semi-confined aquifer made up of sandstone, clayey sandstone, and tuffaceous sandstone. Groundwater flow moves from elevated areas in the southeast toward the northwest, discharging into the Makassar Strait. The vulnerability assessment identifies three zones: high, moderate, and low. High-vulnerability zones are located in the subdistricts of Mariso, Wajo, and Tallo, where seawater intrusion is influenced by tidal flooding due to coastal reclamation and river-groundwater interactions in estuarine areas. Among all parameters analyzed, population density is the most influential factor, followed by groundwater level, distance from the coastline, hydraulic conductivity, aquifer thickness, aquifer type, and the impact of existing intrusion conditions.

Keywords: Groundwater vulnerability, seawater intrusion, GALDIT method, Makassar.

¹ Info Artikel: Received: 28 April 2025, Revised: 20 Juni 2025, Accepted: 25 Juni 2025, Published: 1 Juli 2025

² Email: wilopo_w@ugm.ac.id

PENDAHULUAN

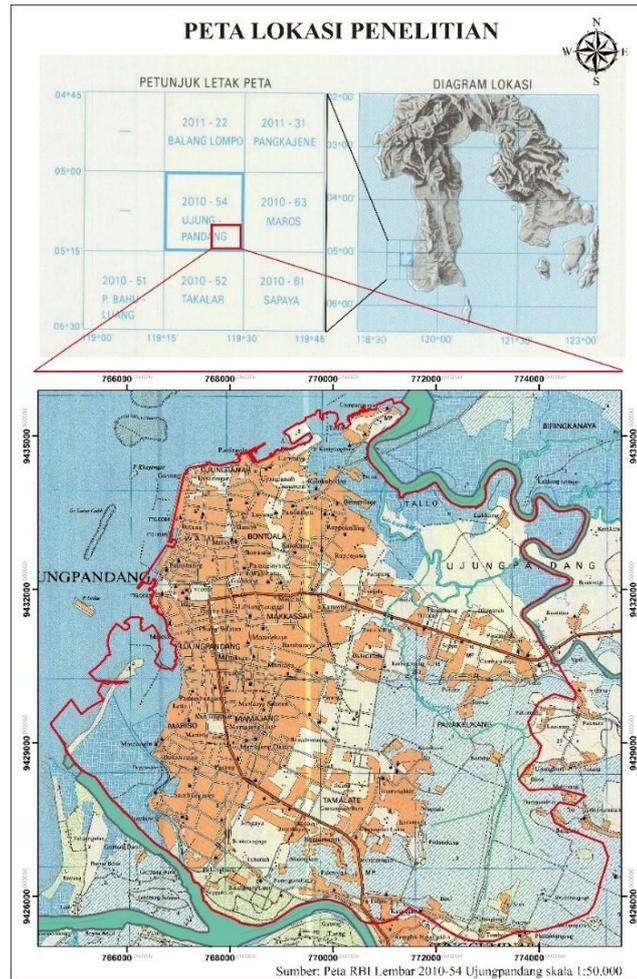
Kota Makassar merupakan kota yang sedang berkembang sangat pesat karena letak lokasinya yang strategis. Perkembangan ini mencakup pembangunan dan pertumbuhan penduduk. Semakin banyak penduduk dan bangunan, maka akan meningkatkan kebutuhan akan air bersih. Air bersih atau dapat disebut sumber daya air dapat ditemukan pada air permukaan dan air tanah. Menurut Undang-Undang Nomor 17 tahun 2019, air permukaan adalah semua air yang terdapat pada permukaan, sementara air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. Secara global air tanah menjadi pilihan utama dalam penyediaan sumber daya air. Air tanah secara kualitas lebih baik dan secara kuantitas lebih tinggi dibandingkan dengan sumber daya air permukaan, sehingga lebih banyak dimanfaatkan (Carrard dkk., 2019). Kualitas dan kuantitas air tanah yang lebih tinggi membuat pemenuhan kebutuhan air bersih untuk aktivitas manusia banyak menggunakan air tanah, hal ini membuat kajian mengenai permasalahan air tanah penting untuk dilakukan.

Wilayah pesisir memiliki aktivitas manusia yang lebih padat, hal ini tidak terlepas dari keterdapatannya muka air tanah pada wilayah pesisir yang cenderung dangkal. Permasalahan ini akan semakin berkembang ketika penggunaan dan pemanfaatan air terjadi secara berlebihan, sehingga menyebabkan penurunan muka air tanah yang mengakibatkan terjadinya intrusi air laut. Pemanfaatan air tanah pada Kota Makassar banyak dimanfaatkan melalui sumur gali untuk memenuhi kebutuhan domestik, tetapi pengelolaan air tanah kurang terkontrol (Tjandraatmadja dkk., 2012; Safitri, 2016). Intrusi air laut sudah terjadi di beberapa titik seperti sekitar Panakkukang, sepanjang Jalan Sudirman, daerah Biringkanaya, sekitar kampus Unhas, dan sekitar Karebosi (Antaraneews, 2015).

Intrusi air laut akan menyebabkan hilangnya kegunaan air tanah sebagai sumber air pada wilayah pesisir (Essink, 2011). Perbaikan kualitas air tanah yang tercemar akibat intrusi air laut dibutuhkan metode dan peralatan dengan biaya yang cukup mahal (Chachadi dan Lobbo-Ferreira, 2003). Salah satu metode yang dapat digunakan dalam penilaian kerentanan air tanah terhadap intrusi air laut adalah metode GALDIT (Chachadi dkk., 2003). Metode GALDIT dikembangkan oleh Chachadi dan Lobbo-Ferreira (2001) dengan berisi bobot, rentang, dan penilaian. Metode GALDIT dapat diterapkan pada wilayah pesisir dengan topografi landai. Oleh karena itu, penelitian mengenai “Kerentanan Air Tanah terhadap Intrusi Air Laut dengan Menggunakan Metode GALDIT di Sekitar Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan” menjadi salah satu cara yang dapat dijalankan untuk menjaga dan melindungi keberlanjutan air tanah di Kota Makassar.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian secara administratif termasuk ke dalam Kecamatan Ujung Tanah, Kecamatan Wajo, Kecamatan Bontoala, Kecamatan Tallo, Kecamatan Panakkukang, Kecamatan Makassar, Kecamatan Ujungpandang, Kecamatan Mariso, Kecamatan Mamajang, Kecamatan Rappocini, Kecamatan Manggala, Kecamatan Tamalate, Kota Makassar dan Kecamatan Somba Opu, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan dengan luas daerah penelitian kurang lebih 72,46 km² (Gambar 1.1).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

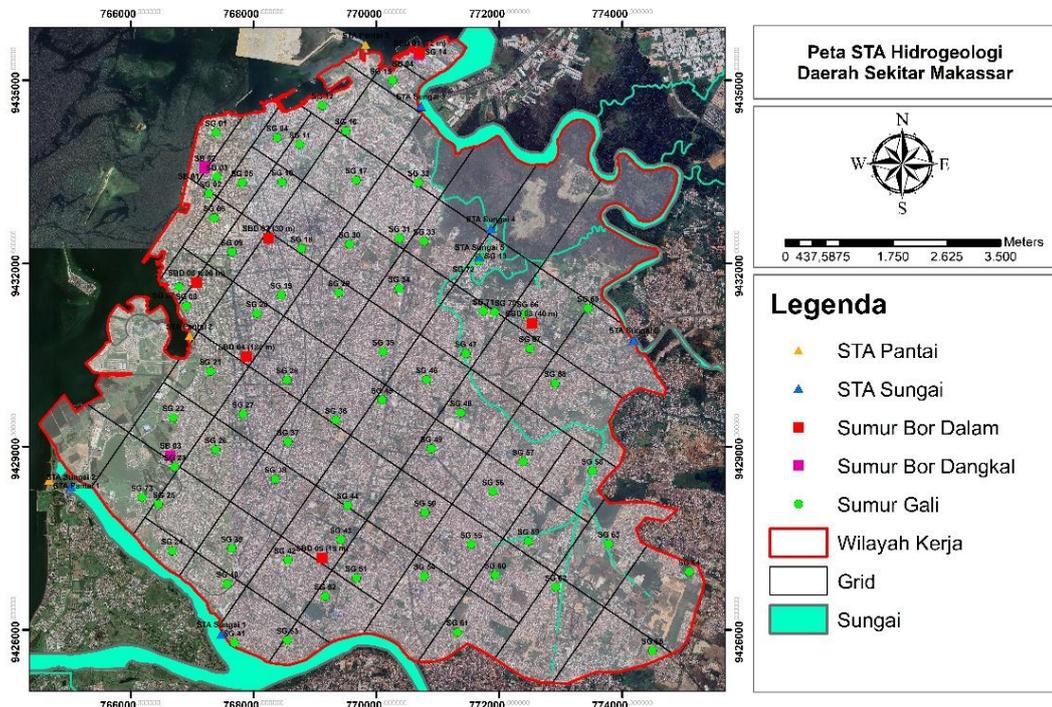
Penelitian ini menggunakan data primer maupun sekunder meliputi peta geologi regional (Sukamto dan Supriatna, 1982), peta hidrogeologi regional (Mudiana dkk., 1984) maupun data lainnya. Data sekunder didapatkan dari instansi terkait termasuk data log bor maupun karakteristik akuifer. Sedangkan data primer merupakan data geologi, geomorfologi, dan data hidrogeologi. Data primer geologi dilakukan dengan pengambilan 23 stasiun titik amat geologi. Pada pengambilan data primer hidrogeologi dilakukan dengan pengambilan 73 data sumur seperti Gambar 2.

Penilaian kerentanan terhadap intrusi dari air laut dapat dilakukan dengan menggunakan metode Galdit. Metode Galdit merupakan suatu metode dengan sistem peringkat numerik untuk menilai tingkat kerentanan air tanah terhadap intrusi air laut. Metode Galdit terdapat tiga bagian penting yaitu bobot, rentang, dan penilaian (Chachadi dkk., 2005). Metode GALDIT merupakan sebuah singkatan dari enam parameter, antara lain:

1. Keterdapatan air tanah

Keterdapatan air tanah bergantung pada tipe akuifernya. Perbedaan tipe akuifer dapat mempengaruhi kemudahan air tanah terkena air asin dari laut (Chachadi dkk., 2005). Akuifer yang sepenuhnya bebas atau tertekan lebih jarang terjadi dibandingkan dengan akuifer semi tertekan atau akuifer semi bebas (Todd, 2005). Dalam kondisi alami, akuifer tertekan sebenarnya akan lebih sulit terkena intrusi air laut daripada akuifer bebas, karena

pada akuifer tertekan tekanannya lebih besar daripada tekanan atmosfer (Sundaram dkk., 2008). Namun, pada keadaan dipompa akuifer tertekan memiliki kerentanan paling tinggi karena akuifer tertekan memiliki tekanan yang turun secara drastis, sehingga memiliki cone of depression yang besar. Akuifer yang memiliki kerentanan paling rendah terhadap intrusi air laut pada saat dipompa adalah akuifer semi tertekan karena dapat mengambil tekanan hidrostatik lapisan akuifer di atasnya (Chachadi dkk., 2005).



Gambar 2. Peta stasiun titik amat geologi dan hidrogeologi

2. Konduktivitas hidraulik

Konduktivitas hidraulik merupakan kemampuan batuan untuk meluluskan air di dalam rongga-rongga (pori-pori) batuan tanpa mengubah sifat-sifat airnya. Pemompaan pada wilayah dengan konduktivitas hidraulik tinggi, lebih rentan menyebabkan terjadinya intrusi air laut daripada wilayah dengan konduktivitas hidraulik rendah, karena semakin tinggi konduktivitas hidraulik berpengaruh terhadap semakin luasnya cone of depression selama pemompaan (Sophiya dan Syed, 2013). Nilai konduktivitas tinggi biasanya dimiliki oleh material pasir, sehingga pada wilayah pesisir dengan litologi berupa pasir lebih rentan terkena intrusi air laut. Konduktivitas hidraulika berhubungan dengan panjang desakan intrusi air laut yang berbanding lurus dengan nilai ketebalan dan konduktivitas hidraulika.

3. Ketinggian muka air tanah

Parameter ketinggian muka air tanah memiliki pengaruh yang signifikan karena mempengaruhi tekanan hidraulik untuk mendasak air laut semakin ke arah dalam tanah atau bahkan menjauh dari daratan (Trabelsi dkk., 2016). Dalam persamaan Ghyben-Herzberg berarti setiap satu meter air tawar pada akuifer bebas yang tersimpan di atas

permukaan air laut, tersimpan 40 meter air tawar di bawah permukaan laut. Semakin tinggi muka air tanah di atas permukaan air laut, maka semakin rendah tingkat kerentanan dari air tanah (Fetter, 2001).

4. Jarak dari garis pantai

Jarak dari garis pantai akan berpengaruh terhadap terjadi intrusi air laut. Semakin dekat dengan garis pantai akan semakin tinggi pengaruh intrusi air laut. Nilai parameter ini dalam penilaian kerentanan akuifer terhadap intrusi air laut umumnya semakin menurun seiring dengan bertambahnya jarak tegak lurus dari garis pantai (Sophiya dan Syed, 2013).

5. Dampak status keberadaan instrusi air laut

Dampak status keberadaan intrusi air laut dapat diperoleh dari perbandingan $Cl^{-}/(HCO_3^{-} + CO_3^{2-})$ (Chachadi dan Ferreira, 2005). Rasio dari $Cl^{-}/(HCO_3^{-} + CO_3^{2-})$ biasa dikenal dengan nama Simson ratio. Rasio Simson merupakan rasio yang dikemukakan oleh Todd (1959). Rasio ini memiliki satuan (meq/L). Rasio ini direkomendasikan oleh Chachadi dan Lobbo Ferreira (2005) karena kandungan dari ion klorida lebih dominan pada air laut dan lebih sedikit ditemukan pada air tanah, sementara ion bikarbonat lebih dominan pada air tanah dan lebih sedikit ditemukan pada air laut. Rasio yang semakin tinggi menandakan pengaruh air asin semakin besar, sebaliknya bila nilai rasio rendah maka pengaruh air asin kecil. Keakuratan dari analisis kimia 27 dapat diketahui dari nilai kesalahan keseimbangan ionic (RE) yang $< \pm 5\%$ (Wilopo dkk., 2021).

6. Tebal akuifer

Tebal vertikal suatu akuifer berperan penting dalam kerentanan intrusi air laut. Semakin tebal akuifer maka luasan (volume) intrusi air laut akan semakin besar dan sebaliknya (Chachadi dan Ferreira, 2005; Sophiya dan Syed, 2013). Pada akuifer bebas, tebal akuifer berperan penting dalam menentukan kerentanan intrusi air laut pada wilayah pesisir (Chachadi dkk., 2005). Tebal akuifer berhubungan dengan panjang desakan intrusi air laut yang berbanding lurus dengan nilai ketebalan dan konduktivitas hidraulika.

Metode GALDIT memiliki klasifikasi bobot, rentang, dan penilaian pada setiap parameter seperti Tabel 1 (Chachadi dan Ferreira, 2005). Nilai bobot pada metode GALDIT mencerminkan kepentingan setiap parameter terhadap kerentanan intrusi air laut. Nilai bobot yang semakin besar menunjukkan semakin besar juga pengaruhnya terhadap kerentanan intrusi air laut.

Tabel 1. Klasifikasi bobot, rentang, dan penilaian parameter metode GALDIT (Chachadi dan Ferreira, 2005)

Nama Parameter	Bobot	Rentang	Penilaian
Ketersediaan Air Tanah (Tipe Akuifer)	1	Akuifer tertekan (10)	10
		Akuifer bebas (7,5)	7,5
		Akuifer setengahtertakan (5)	5
		Akuifer menggantung (2,5)	2,5
Konduktivitas Hidraulik (m/day)	3	Tinggi (>40)	10
		Sedang (10 - 40)	7,5
		Rendah (5 - 10)	5
		Sangat rendah (<5)	2,5

Ketinggian Muka Air Tanah (m)	4	Dangkal (<1)	10
		Sedang (1 – 1,5)	7,5
		Dalam (1,5 – 2)	5
		Sangat dalam (>2)	2,5
Jarak dari Garis Pantai (m)	4	Dekat (<500)	10
		Sedang (500 – 750)	7,5
		Jauh (750 – 1000)	5
		Sanagat jauh (>1000)	2,5
Dampak Status Keberadaan Intrusi Air Laut (Cl ⁻ /(HCO ₃ ⁻ + CO ₃ ²⁻))	1	Tinggi (>2)	10
		Sedang (1,5 – 2)	7,5
		Rendah (1 – 1,5)	5
		Sangat rendah (<1)	2,5
Tebal Akuifer (m)	2	Tebal (>10)	10
		Sedang (7.5 – 10)	7,5
		Tipis (5 – 7.5)	5
		Sangat tipis (<5)	2,5

Indeks GALDIT didapatkan dengan menghitung penilaian suatu rentang dikali dengan bobot suatu parameter dan menjumlahkan hasil semua parameter, kemudian dibagi dengan jumlah bobot semua parameter. Lebih jelasnya, dapat dilihat dari Persamaan 1 (Chachadi dan Ferreira, 2005).

$$\text{Indeks Galdit} = \frac{\sum_i^6 = 1 \{(W_i)R_i\}}{\sum_i^6 = 1 W_i} \quad (1)$$

Dimana W_i merupakan bobot suatu parameter dan R_i merupakan penilaian parameter. Tabel 2 merupakan pembagian kelas dari indeks GALDIT (Chachadi dan Ferreira, 2005).

Tabel 2. Pembagian kelas kerentanan intrusi air laut (Chachadi dan Ferreira, 2005)

Indeks GALDIT	Kelas Kerentanan
$\geq 7,5$	Kerentanan Tinggi terhadap Intrusi Air Laut
5-7,5	Kerentanan Sedang terhadap Intrusi Air Laut
< 5	Kerentanan Rendah terhadap Intrusi Air Laut

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat enam faktor hidrogeologi yang berpengaruh terhadap kerentanan air tanah di Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Faktor-faktor tersebut akan menjadi parameter dalam perhitungan Indeks GALDIT. Parameter tersebut antara lain ketersediaan air tanah, konduktivitas hidraulika, ketinggian muka air tanah, jarak dari garis pantai, dampak status keberadaan intrusi air laut, dan tebal akuifer. Berikut merupakan jenis data (Tabel 3) dan penjelasan dari masing-masing parameter tersebut.

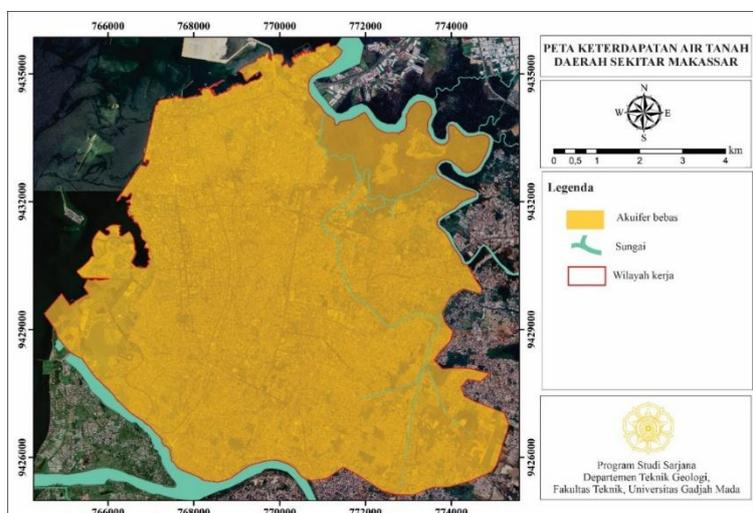
Tabel 3. Jenis data yang digunakan pada parameter GALDIT

Parameter	Jenis Data	Keterangan
Ketersediaan Air Tanah (Tipe Akuifer)	Primer	73 Sumur Gali
Konduktivitas Hidraulik (m/day)	Sekunder	16 Data Log Bor dan 4 Data <i>Pumping Test</i>

Ketinggian Muka Air Tanah (m)	Primer	73 Sumur Gali
Jarak dari Garis Pantai (m)	Sekunder	Buffering Citra Satelit
Dampak Status Keberadaan Intrusi Air Laut ($Cl^-/(HCO_3^- + CO_3^{2-})$)	Primer	14 Sampel Sumur Gali
Tebal Akuifer (m)	Sekunder	16 Data Log Bor

Ketersediaan air tanah

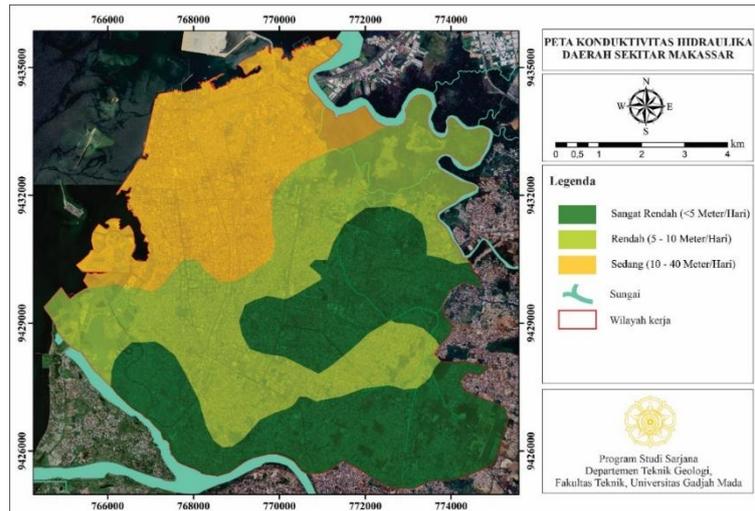
Jenis litologi dan material pada daerah penelitian akan berpengaruh terhadap ketersediaan air tanah. Ketersediaan air tanah pada penelitian kali ini akan berfokus hanya pada akuifer bebas. Akuifer bebas merupakan akuifer yang terletak pada lapisan jenuh air yang berada di atas lapisan kedap air. Akuifer bebas pada daerah penelitian tersusun oleh material pasir dan pasir lempungan. Sementara pada lapisan di bawah akuifer bebas terdapat lapisan akuiklude. Pada penampang stratigrafi akuifer yang dibuat menunjukkan akuifer bebas dapat dijumpai hingga kedalaman 11 meter di bawah permukaan. Pemilihan fokus penelitian pada akuifer bebas karena akuifer ini dapat ditemukan secara luas di daerah penelitian (Gambar 3), selain itu kebutuhan air bersih penduduk baik rumah tangga hingga industri kecil dan menengah bergantung pada akuifer ini. Oleh karena itu penelitian kali ini dibatasi hanya pada akuifer bebas.



Gambar 3. Peta ketersediaan air tanah daerah sekitar Makassar

Konduktivitas Hidraulika

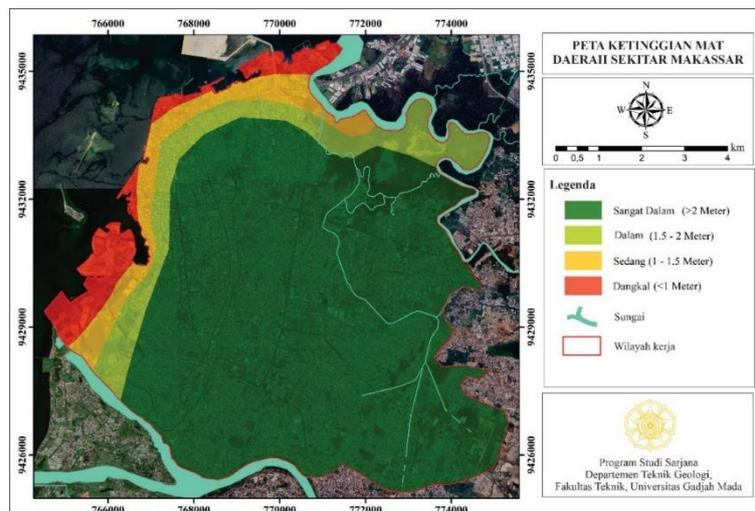
Konduktivitas hidraulika akan menggambarkan kemampuan suatu lapisan batuan dalam meluluskan air melalui celah-celahnya. Nilai konduktivitas pada akuifer bebas daerah penelitian diperoleh dari data uji pemompaan sebanyak 4 sumur (Syam, 2014). Selanjutnya nilai debit pemompaan ini dikombinasikan dengan interpretasi nilai konduktivitas dari data log bor sejumlah 16 titik (Saftri, 2016) dan dari data BBWS Pompengan. Dari data tersebut nilai konduktivitas rata-rata pada daerah penelitian berkisar antara 2,5-45 m/hari dengan rata-rata 8 m/hari. Nilai rata-rata tersebut menunjukkan bahwa pada daerah penelitian konduktivitasnya masih tergolong rendah. Kemudian data diolah menjadi sebuah peta yang diklasifikasikan menjadi empat kelas yaitu kerentanan tinggi (>40 m/hari), Sedang (10 – 40 m/hari), rendah (5 -10 m/hari), dan sangat rendah, seperti Gambar 4.



Gambar 4. Peta konduktivitas hidraulika daerah sekitar Makassar

Ketinggian Muka Air Tanah

Ketinggian muka air tanah didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan pada sumur gali. Pengukuran dilakukan dengan mengukur tinggi dari mulut sumur ke tanah. Kemudian mengukur ketinggian dari mulut sumur ke kedalaman air tanah. Data ketinggian muka air tanah diperoleh dengan mengurangkan hasil dari elevasi titik sumur dengan kedalaman muka air tanah dari mulut sumur yang sudah dikurangi hasilnya dengan nilai tinggi mulut sumur ke tanah. Ketinggian muka air tanah di daerah penelitian bervariasi dari dangkal hingga dalam. Ketinggian muka air tanah dangkal ditemukan pada daerah dekat garis pantai khususnya pada daerah di barat laut daerah penelitian. Sedangkan Ketinggian muka air tanah dalam ditemukan pada daerah Formasi Camba.



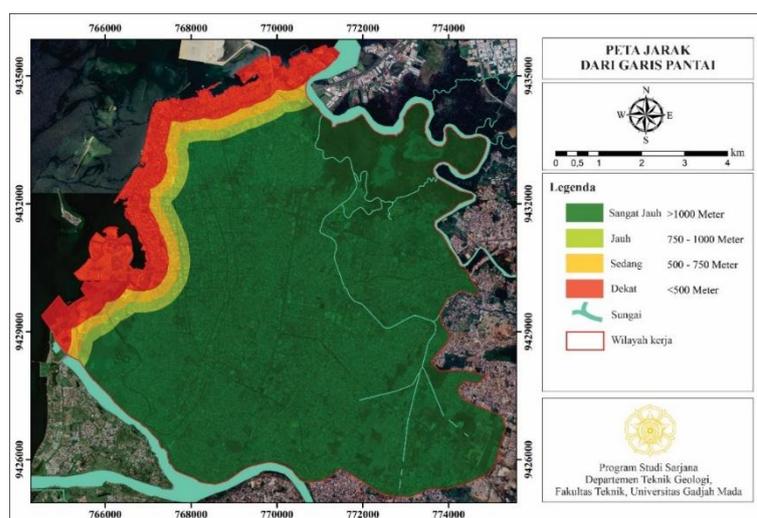
Gambar 5. Peta ketinggian muka air tanah daerah sekitar Makassar

Ketinggian air tanah ini berperan penting pada hubungan air tanah dan air laut, karena berhubungan dengan tekanan dan densitas antara air tanah dan air laut. Air laut yang memiliki tekanan dan densitas lebih tinggi akan semakin mendesak ke daratan ketika tekanan dan densitas dari air tanah semakin berkurang. Rata – rata ketinggian muka air tanah pada daerah penelitian adalah 2,837 m. Hal ini menunjukkan bahwa daerah penelitian

memiliki kerentanan sangat rendah. Dari data tersebut kemudian dilakukan pembuatan peta ketinggian muka air tanah dengan membagi menjadi empat kelas dari kerentanan tinggi (2 m). Gambar 5 menunjukkan peta ketinggian muka air tanah pada daerah penelitian. Daerah kerentanan tinggi berada pada daerah dekat dengan garis pantai dan semakin rendah ketika menjauhi garis pantai.

Jarak dari Garis Pantai

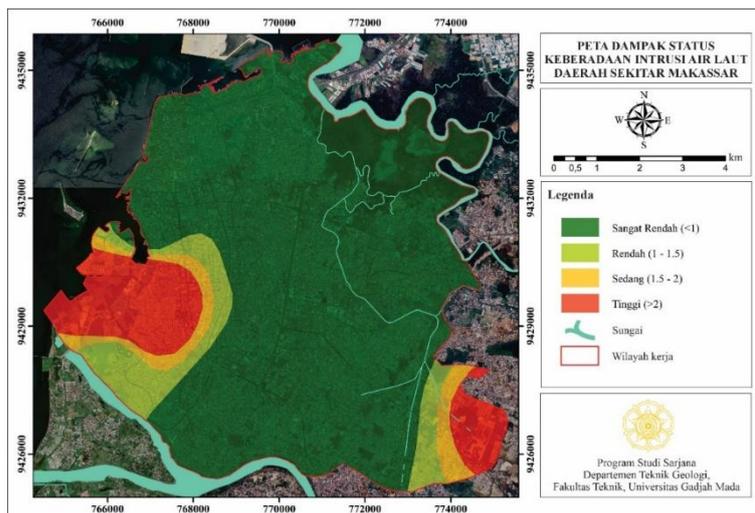
Semakin dekat dengan garis pantai maka kerentanan untuk mengalami intrusi air laut akan semakin tinggi, sedangkan semakin jauh dari garis pantai maka kerentanan intrusi air laut akan semakin rendah. Peta jarak dari garis pantai diperoleh dari hasil buffering garis pantai di daerah penelitian. Garis pantai diperoleh dari hasil deliniasi menggunakan citra satelit. Kemudian diperoleh suatu peta dengan pembagian empat kelas kerentanan dekat (1000 m). Jarak terdekat dari garis pantai adalah 0 m, sedangkan untuk jarak terjauh dari garis pantai mencapai jarak 10.000 meter (Gambar 6).



Gambar 6. Peta jarak dari garis pantai

Dampak Status Keberadaan Intrusi Air Laut

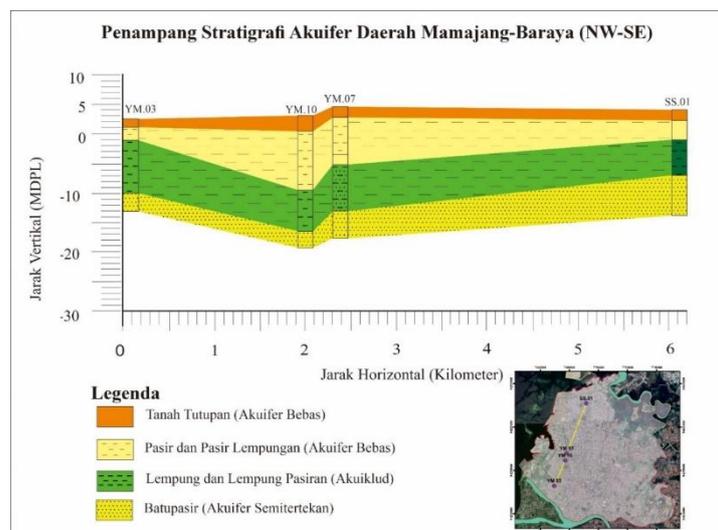
Dampak status keberadaan intrusi air laut merupakan parameter yang menggambarkan kondisi air tanah yang mengindikasikan terjadinya intrusi air laut ke dalam akuifer. Dampak status keberadaan intrusi dapat diperoleh dari perbandingan $Cl^-/(HCO_3^- + CO_3^{2-})$ (Chachadi dan Ferreira, 2005). Rasio dari $Cl^-/(HCO_3^- + CO_3^{2-})$ biasa dikenal dengan nama Simson ratio. Ion klorida lebih dominan pada air laut dan lebih sedikit ditemukan pada air tanah, sementara ion bikarbonat lebih dominan pada air tanah dan lebih sedikit ditemukan pada air laut. Oleh karena itu rasio simson yang semakin tinggi menandakan dampak dari status keberadaan intrusi air laut yang semakin besar. Data dari rasio simson ini diambil dari sampel air tanah pada akuifer bebas. Total terdapat 14 sumur gali yang dilakukan pengambilan sampel. Setelah itu, sampel tersebut dianalisis menggunakan alat IC (ion chromatography) yang dilakukan pada Laboratorium Hidrogeokimia Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Institut Teknologi Bandung. Berdasarkan perhitungan menunjukkan perbandingan antara $Cl^-/(HCO_3^- + CO_3^{2-})$ atau rasio simson berkisar antara 0,08 – 7,61 meq/l. Hasil ini kemudian dibuat peta dengan empat kelas kerentanan tinggi (>2 meq/l), sedang (1,5 – 2 meq/l), rendah (1 – 1,5 meq/l), dan sangat rendah.



Gambar 7. Peta dampak status keberadaan intrusi air laut daerah sekitar Makassar

Tebal Akuifer

Penelitian ini difokuskan kepada akuifer bebas. Semakin tebal akuifer, maka kerentanan akuifer untuk mengalami intrusi air laut akan semakin tinggi. Hal ini berhubungan dengan Panjang desakan yang berbanding lurus dengan tebal akuifer. Pada data log bor akuifer bebas dapat dijumpai hingga kedalaman 26 meter berdasarkan penampang stratigrafi seperti Gambar 8 dan 9. Rata-rata ketebalan akuifer bebas pada daerah penelitian sebesar 7,91 m. Hal ini menunjukkan bahwa daerah penelitian masuk kedalam kelas kerentanan sedang terhadap intrusi air laut. Data log bor sebanyak 16 titik diolah menjadi sebuah peta isopach seperti Gambar 10. Peta ini kemudian di bagi menjadi empat kelas kerentanan tinggi (>10 m), sedang (7,5 – 10 m), rendah (5 – 7.5 m), dan sangat rendah (< 5m).

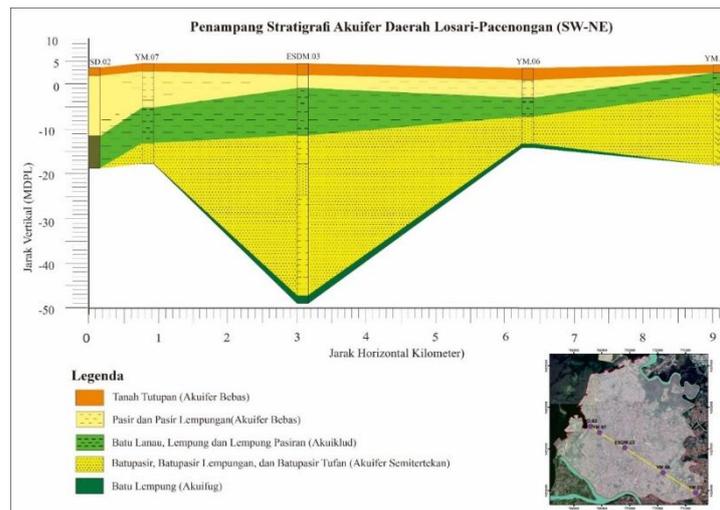


Gambar 8. Penampang stratigrafi akuifer daerah Mamajang-Brava dari Log Bor (Saftri, 2016) dan dari data BBWS Pompengan

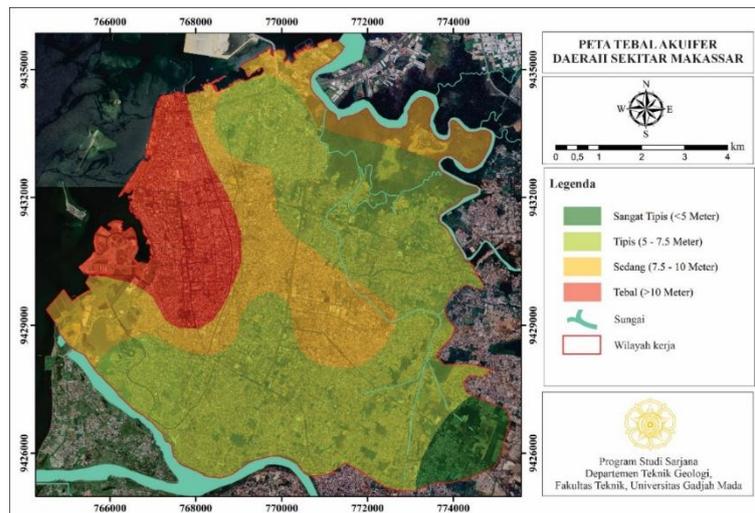
Peta Kerentanan Air Tanah Terhadap Intrusi Air Laut

Dari ke-enam parameter tersebut, maka dilakukan perhitungan sesuai dengan persamaan 1 untuk menghasilkan bobot total berdasarkan nilai bobot dan peringkat dari rentang indeks

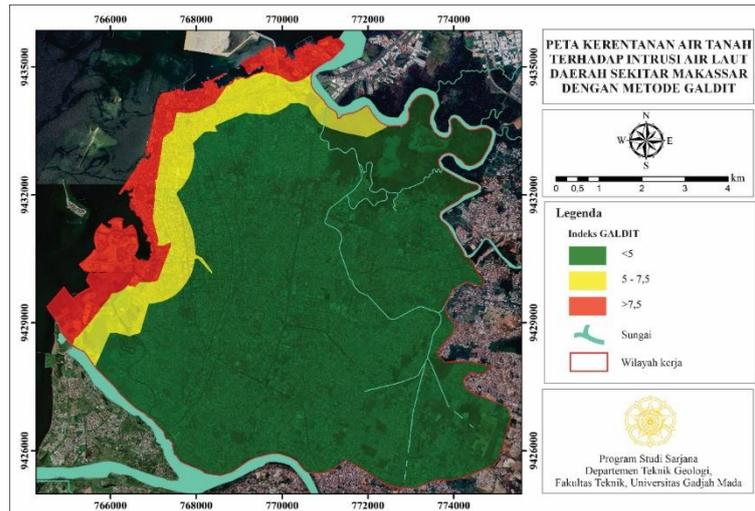
GALDIT (Chachadi dan Ferreira, 2005). Kemudian dari enam parameter tersebut dibuat peta kerentanan dengan Metode GALDIT seperti Gambar 11. Terdapat 3 zona kerentanan air tanah terhadap intrusi air laut dengan menggunakan modifikasi GALDIT yaitu zona kerentanan tinggi, zona kerentanan sedang, dan zona kerentanan rendah. Zona kerentanan tinggi terletak pada Kecamatan Mariso, Kecamatan Wajo, dan Kecamatan Tallo. Hasil dari analisis antara peta kerentanan air tanah terhadap intrusi air laut dengan nilai TDS, maka dapat dilihat terdapat kecocokan antara zona kerentanan tinggi dengan nilai TDS dimana pada zona kerentanan tinggi cenderung memiliki nilai TDS sedang (1.000 – 3.000 mg/L) dan TDS tinggi (>3.000 mg/L). Nilai TDS 1.000 – 3.000 dapat diklasifikasikan air yang agak payau sementara untuk nilai TDS >3.000 diklasifikasikan sebagai air payau (PAHIAA, 1986).



Gambar 9. Penampang stratigrafi akuifer daerah Losari-Pacnongan



Gambar 10. Peta tebal akuifer daerah sekitar Makassar



Gambar 11. Peta kerentanan air tanah terhadap intrusi air laut daerah sekitar Makassar dengan metode GALDIT

KESIMPULAN

Daerah penelitian tersusun oleh 2 tipe akuifer berupa akuifer bebas pada bagian atas dan akuifer semi tertekan pada bagian bawah. Material penyusun akuifer bebas berupa pasir dan pasir lempungan, sementara untuk akuifer semi tertekan berupa batupasir, batupasir lempungan, dan batupasir tufan. Secara garis besar arah aliran air tanah bergerak dari daerah tinggian di tenggara menuju barat laut dan dibuang di laut Selat Makassar. Terdapat 3 zona kerentanan air tanah terhadap intrusi air laut dengan menggunakan modifikasi GALDIT yaitu zona kerentanan tinggi, zona kerentanan sedang, dan zona kerentanan rendah. Zona kerentanan tinggi terletak pada Kecamatan Mariso, Kecamatan Wajo, dan Kecamatan Tallo. Zona kerentanan tinggi disebabkan karena adanya genangan air laut yang terjebak karena pengembangan permukiman (reklamasi pantai), suplai air sungai pada air tanah di daerah muara, dan pengambilan air tanah yang berlebihan. Pada daerah dengan kerentanan air tanah terhadap intrusi air laut tinggi sebaiknya ada pembatasan pengambilan air tanah dan

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik UGM dan BBWS Pompengan Sulawesi Selatan yang telah memberikan dukungan terhadap pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- AntaraneWS. (2015). *Makassar terancam intrusi air asin ANTARA News Makassar*: <https://makassar.antaraneWS.com/berita/67463/makassar-terancam-intrusi-air-asin> diakses pada tanggal 30 Maret 2024.
- Carrard, N., Foster, T., & Willetts, J. (2019). Groundwater as a source of drinking water in Southeast Asia and the Pacific: A multi-country review of current reliance and resource concerns. *Water*, 11(8), 1605.
- Chachadi, A.G., Ferreira, J.P., Noronha, L., & Choudri, B.S. (2003). *Assessing the Impact of Sea-Level Rise on Salt Water Intrusion in Coastal Aquifers Using GALDIT Model*.

- Chachadi A.G., Ferreira, J.P., Diamantino, C., & Henriques, M.J. (2005). Assessing aquifer vulnerability to seawater intrusion using GALDIT method: Part 1 – Application to the Portuguese Aquifer of Monte Gordo. *Proceeding of 108 the Fourth Inter-Celtic Colloquium on Hydrology and Management of Water Resources*. Guimarães, Portugal.
- Chachadi, A.G., & Ferreira, J.P. (2005). Assessing Aquifer Vulnerability to Seawater Intrusion Using GALDIT Method: Part 2 – GALDIT Indicators Description. *Proceeding of 108 the Fourth Inter-Celtic Colloquium on Hydrology and Management of Water Resources*. Guimarães, Portugal.
- Essink, G.H.P.O. (2011). *Density Dependent Flows, Saltwater Intrusion and Management*. Departmen of Geophysics, Utrecht University.
- Fetter, C.W. (2001) *Applied Hydrogeology: Fourth Edition*. United States of America: Prentice-Hall.
- Mudiana, W., Mukna, H. S., & Soetrisno. (1984). *Peta Hidrogeologi Indonesia Lembar Ujungpandang, Benteng dan Sinjai, Sulawesi Selatan*. Bandung: Direktorat Geologi Tata Lingkungan.
- PAHIAA (Panitia Ad Hoc Intrusi Air Asin). (1986). *Klasifikasi Keasinan Perairan Jakarta*. Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Jakarta.
- Safitri, F. (2016). *Kajian Kerentanan Air tanah Bebas terhadap Intrusi Air Laut di Wilayah Pesisir Kota Makassar [Tesis]*: Yogyakarta, Geografi Fakultas Geografi UGM (Tidak dipublikasi).
- Sophiya, M.S., & Syed, T.H. (2013). Assessment of Vulnerability to Seawater Intrusion and Potential Remediation Measures for Coastal Aquifers: A Case Study from Eastern India. *Journal of Environment Earth Science*, (70): 1197-1209.
- Sukamto, R., & Supriatna, S. (1982). *Peta Geologi Lembar Ujungpandang, Benteng dan Sinjai, Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sundaram, V.L.K., Dinesh, G., Ravikumar, G., & Govindarajalu, D. (2008). Vulnerability Assessment of Seawater Intrusion and Effect of Artificial Recharge in Pondicherry Coastal Region Using GIS. *Indian Journal of Science and Technology*. 1 (7): 1-7.
- Syam, M. A. (2014). *Pemodelan Air tanah untuk Prediksi Aliran dan Dampak Negatif Pengambilan Air tanah di Kota Makassar, Sulawesi Selatan [Tesis]*: Yogyakarta, Teknik Geologi Fakultas Teknik UGM (Tidak dipublikasi).
- Tjandraatmadja, G., Ahmad, A., Selintung, M., Kirono, D., Larson, S., Salman, D., Barkey, R. A., Talebe, A., Iman, M. N., Lipkin, F., Neumann, L., Ali, B., Yudono, A., Ismail, M., & Maheepala, S. (2012). *Context and challenges in urban water and wastewater services for Makassar, South Sulawesi, Indonesia*. A report prepared for the CSIRO-AusAID Research alliance, CSIRO.
- Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005). *Groundwater Hydrology (3rd ed.)*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Trabelsi, N., Triki, I., Hentati, I., & Zairi, M. (2016). Aquifer Vulneraility and Seawater Intrusion Risk Using GALDIT, GQISWI and GIS: Case of A Coastal Aquifer in Tunisia. *Journal of Environment Earth Science*, (75): 1-19.
- Wilopo, W., Risanti., Susatio, R., & Putra, D. P. E. (2021). *Seawater intrusion assessment and prediction of sea-freshwater interface in Parangtritis coastal aquifer, South of Yogyakarta Special Province, Indonesia*. Departemen Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.