

Identifikasi dan Sebaran Intrusi Air Laut terhadap Airtanah Dangkal di Kota Kendari Sulawesi Tenggara

Identification and Distribution of Sea Water Intrusion to Shallow Groundwater in Kendari City, Southeast Sulawesi

SURYA CIPTA RAMADHAN KETE^{1,2}, SUPRIHATIN³, SURIA DARMA TARIGAN⁴
HEFNI EFFENDI⁵

¹Mahasiswa Pascasarjana Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, IPB. Bogor.

²Jurusan Ilmu Lingkungan, Fakultas kehutanan dan Ilmu Lingkungan Universitas Halu Oleo, Kendari

³Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor

⁴Departemen Ilmu tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB. Bogor

⁵Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH), IPB. Bogor

Email: ketesurya@gmail.com; Tlp, 085299833608

ABSTRACT

The availability of clean water is one of the main problems for the people in Kendari City. Overutilization of groundwater can cause seawater intrusion to groundwater. This study aims to identify and map seawater intrusion distribution to shallow groundwater based on water quality data. Sampling was obtained from 100 dug wells of the inhabitant (n=100) in March-July 2019 with a variation of the distance from the beach 0.04-5.52 km and the elevation of Groundwater (MAT) between 0.43-30.01 MASL. The distribution of shallow groundwater is mapped on the criteria to the value of Electrical Conductivity (DHL) at the standard temperature of 25 °C. The analysis showed that the average groundwater temperature was 29.28 °C, DHL was 393.52 µmhos, Total Dissolved Solid (TDS) was 196.98 ppm, and pH was 6.31. Shallow groundwater, which has been varied intruded with high intruded (26.26%), rather high intruded (14.14%), medium intruded (32.32%), low intruded (6.06%) and not intruded (21.21%). The correlation between distance from the coast to the value of DHL was not significantly correlated ($R^2 = -0.49$), while groundwater level elevation has a significant correlation ($R^2 = 0.71$). The geological factors of alluvial deposits, which generally have low permeability and slope to flat topography, cause seawater intrusion to shallow groundwater.

Keywords: sea water intrusion, shallow groundwater, Kendari City

ABSTRAK

Ketersediaan air bersih merupakan salah satu masalah utama bagi masyarakat kota Kendari. Sumber air bersih masyarakat diperoleh dari airtanah. Pemanfaatan airtanah yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya intrusi air laut terhadap airtanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memetakan sebaran intrusi air laut terhadap airtanah dangkal berdasarkan data kualitas air. Pengambilan sampel diperoleh dari sumur gali penduduk sebanyak 100 sampel (n=100) pada periode Maret-Juli 2019 dengan variasi jarak dari pantai 0,04-5,52 km dan elevasi muka airtanah (MAT) antara 0,43-30,01 mdpl. Hasil analisis menunjukkan bahwa rerata suhu airtanah sebesar 29,28 °C, DHL sebesar 393,52 µmhos, Total Dissolved Solid (TDS) sebesar 196,98 ppm dan pH sebesar 6,31. Airtanah dangkal secara umum telah terintrusi dengan variasi meliputi terintruksi tinggi (26,26%), terintrusi agak tinggi (14,14%), terintrusi sedang (32,32%), terintrusi sedikit (6,06%) dan tidak terintrusi (21,21%). Korelasi antara jarak dari pantai terhadap nilai DHL tidak signifikan ($R^2 = -0,49$), sedangkan MAT memiliki korelasi signifikan ($R^2 = 0,71$). Faktor geologi berupa endapan alluvial yang memiliki permeabilitas umumnya rendah dan berada pada topografi landai hingga datar menyebabkan terjadinya intrusi air laut terhadap airtanah dangkal.

Kata Kunci: intrusi air laut, airtanah dangkal, Kota Kendari

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Kendari merupakan salah satu Kota yang terletak di bagian Tenggara pulau Sulawesi dengan luas wilayah sebesar 271,76 km² atau 0,7% dari luas daratan Provinsi Sulawesi Tenggara⁽¹⁾. Secara tipologi, Kota Kendari terdiri dari wilayah pengunungan/perbukitan, dataran, dan pesisir. Saat ini, Kota Kendari sedang mengalami percepatan pembangunan⁽²⁾. Hal ini dapat dilihat dari laju pertumbuhan permukiman dan kawasan perekonomian yang pesat serta terkonsentrasi di wilayah pesisir teluk Kendari.

Ditinjau secara hidrologis, sumberdaya air utama masyarakat Kota Kendari dalam pemenuhan kebutuhan domestik dan industri berasal dari airtanah baik airtanah dangkal yang diperoleh dari sumur gali maupun airtanah dalam yang berasal dari sumur bor. Hal ini disebabkan karena airtanah memiliki keunggulan, dari segi kuantitas mudah didapatkan, sedangkan segi kualitas relatif lebih baik dibandingkan air permukaan, selain itu, airtanah juga memiliki kelemahan akibat keberadaannya dipengaruhi oleh media pembawahnya (batuan/tanah) sehingga berdampak pada tingginya konsentrasi kimia dalam airtanah⁽³⁾. Kondisi ini, dapat diperparah apabila dalam pemanfaatannya melebihi ambang batas kemampuan akuifer sehingga menyebabkan kerusakan sumberdaya airtanah berupa penurunan muka airtanah dan intrusi air laut di daerah pesisir^(4,5).

Intrusi air laut merupakan penyusupan air laut ke dalam aliran airtanah⁽⁶⁾, akibat eksploitasi airtanah yang berlebihan sehingga menimbulkan ruang kosong pada lapisan akuifer⁽⁷⁾ yang memungkinkan terjadinya pengisian ruang tersebut dengan air laut. Selain itu, adanya jebakan air fosil asin dan air evaporit sejak formasi material terbentuk juga menyebabkan terdapatnya air asin dalam airtanah⁽⁸⁾. Pada wilayah pesisir, intrusi air laut ke dalam sistem airtanah merupakan persoalan serius⁽⁹⁾. Hal ini disebabkan karena air yang telah mengalami intrusi sulit untuk dipulihkan atau pemulihannya membutuhkan waktu yang lama, sehingga tidak dapat lagi dimanfaatkan secara bebas untuk kebutuhan sehari-hari⁽¹⁰⁾. Oleh karena itu, identifikasi sebaran intrusi air laut ke dalam airtanah sangat penting dilakukan agar tidak terjadi perluasan intrusi air laut di wilayah penelitian. Identifikasi intrusi air laut dapat dilakukan dengan mudah dan murah namun sangat efektif dalam memahami pengaruh air laut terhadap airtanah yaitu menggunakan parameter Daya Hantar Listrik (DHL)^(11,12) dan dapat dipetakan berdasarkan kriteria (Tabel 1)⁽¹³⁾. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intrusi air laut terhadap kondisi airtanah

di kota Kendari dan diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi sumber daya airtanah di wilayah ini.

Tabel 1. Klasifikasi Intrusi Air Laut terhadap Airtanah

Kelas	DHL ($\mu\text{mhos/cm}$, 25°C)
Tidak terintrusi	$\leq 200,00$
Terintrusi sedikit	200,01-229,24
Terintrusi sedang	229,25-387,43
Terintrusi agak tinggi	387,44-534,67
Terintrusi Tinggi	$\geq 534,67$

Sumber: Davis and De Wiest⁽¹³⁾

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini secara astronomis terletak diantara 3° 54' 40"–4° 5' 05" LS dan 122° 26' 33"–122° 39' 14" BT⁽¹⁾. Curah hujan merata pada wilayah ini sebesar 1.885 mm³ dengan suhu udara sebesar 21,9 °C hingga 32,7 °C. Tekanan udara rata-rata sebesar 1.009,70 milibar dengan kelembaban udara rata-rata 83% dan rata-rata kecepatan angin mencapai 2,0 knot⁽¹⁾. Wilayah penelitian ini memiliki kondisi topografi bervariasi mulai datar yang terletak di bagian Barat dan Selatan Teluk Kendari hingga berbukit terletak di sebelah Utara Teluk Kendari.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sumur gali penduduk yang tersebar di Kota Kendari, peta geologi dan peta geomorfologi yang bersumber dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kota Kendari dan Badan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (BPDASHL) Sampara Kota Kendari. Peralatan yang digunakan adalah Roll meter, pH meter, thermometer, TDS meter dan Ec meter, GPS, dan perangkat lunak Arcgis 10.4.

2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara *in situ* menggunakan parameter pH, suhu, *Total Dissolve Solid* (TDS), dan Daya Hantar Listrik (DHL) pada kondisi airtanah dangkal di kota Kendari dengan kedalaman sumur umumnya berkisar 1,3 m hingga 10,3 m. Sifat fisik airtanah diukur menggunakan pH meter untuk pH, thermometer untuk suhu, TDS meter untuk mengukur zat padat terlarut atau TDS dan EC meter untuk mengukur DHL, sedangkan pengukuran kedalaman sumur dan Muka Air Tanah (MAT) menggunakan peralatan sederhana berupa roll meter. Penentuan lokasi sampel didasarkan pada kondisi geologi, MAT dan jarak

dari pantai guna mengetahui keterkaitan antara geologi, MAT dan jarak pantai dan pengaruhnya terhadap airtanah menggunakan GPS. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Maret hingga Juli 2019 dan diperoleh sebanyak 100 sampel. Selama penelitian berlangsung kesulitan utama yang dirasakan adalah menemukan sumur gali akibat data sekunder yang tersedia tidak memiliki titik koordinat dan umumnya lokasi sumur gali penduduk diletakan di belakang rumah dan tertutup sehingga sulit dijangkau.

2.4 Analisis Data

Analisis kualitas airtanah dilakukan dengan membandingkan hasil klasifikasi DHL yang telah dimodifikasi dari penelitian sejenis pada wilayah yang berbeda^(11,14), TDS⁽¹³⁾ dan pH⁽¹⁵⁾, sedangkan analisis intrusi air laut terhadap airtanah dilakukan dengan menggunakan nilai DHL dengan suhu yang sebelumnya telah distandarisasi, karena setiap kenaikan suhu 1 °C mampu meningkatkan nilai DHL sebesar 2%⁽¹⁶⁾. Suhu standar yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 25 °C, karena berdasarkan Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan menyatakan bahwa kecenderungan air yang mengandung ion menghantarkan listrik pada suhu 25 °C⁽¹⁷⁾. Dengan demikian, nilai DHL airtanah yang diperoleh di lapangan dikonversi terlebih dahulu menggunakan persamaan 1 di bawah ini.

$$DHL_{25} = DHL_t + (\Delta t + 0.02 \times DHL_t) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

DHL₂₅ = DHL pada suhu air 25 °C

DHL_t = DHL pada suhu air t °C

Δt = suhu air °C

Analisis sebaran intrusi air laut terhadap airtanah dangkal dilakukan dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) dalam *software* ARCGIS

berdasarkan klasifikasi intrusi air laut terhadap nilai DHL⁽¹³⁾. Pengaruh intrusi air laut dan elevasi MAT terhadap airtanah dangkal dilakukan analisis regresi untuk untuk mengetahui pola hubungan antara kadar DHL terhadap jarak dari garis pantai dan MAT. Kadar DHL diperoleh dari data analisis kualitas airtanah yang telah dilakukan standarisasi, jarak diperoleh dari titik sampel yang dimulai dari dekat pantai menggunakan GPS dan Google Earth, sedangkan elevasi MAT diperoleh dari pengukuran lapangan terhadap sumur penduduk dan kedudukannya terhadap elevasi tanah dalam satuan meter diatas permukaan laut (mdpal). Analisis regresi yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi linear menggunakan perakat lunak STATCAL. STATCAL merupakan program aplikasi statistika karya anak bangsa (Indonesia) oleh Prana Ugiana Gio dan Ressay Eko Caraka, pada Januari 2017 menggunakan bahasa pemograman R yang dapat diunduh secara gratis dari internet⁽¹⁸⁾.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

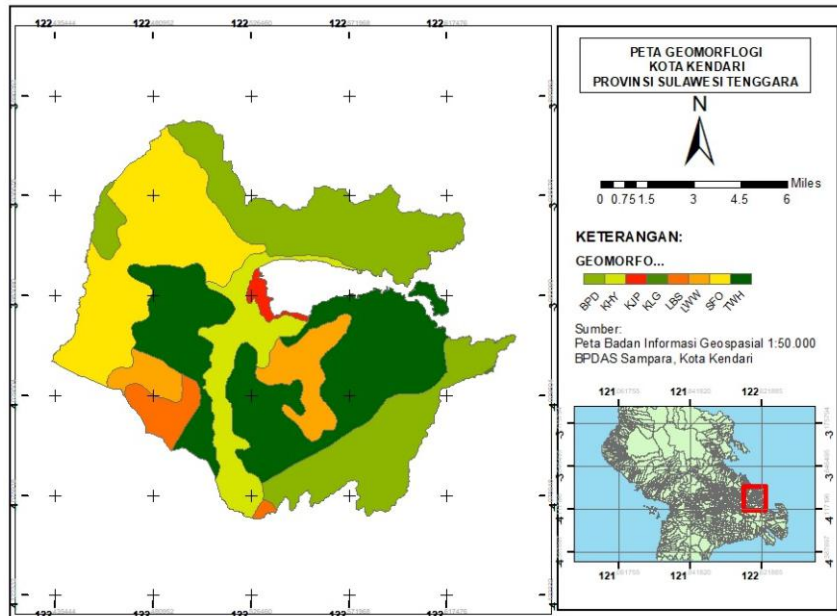
3.1 Geomorfologi Kota Kendari

Geomorfologi Kota Kendari terdiri dari 8 jenis dan didominasi oleh punggung gunung metamorfik terorientasi terjal (BPD) seluas 8.078,03 ha (30,24%), dataran berbukit kecil atas batuan sedimen (TWH) seluas 7.975,90 ha (29,86%), dataran bergelombang dengan bukit-bukit kecil di atas napal dan batu gamping (SFO) seluas 5.334,10 ha (19,97%), dataran gabungan endapan muara dan sungai (KHY) seluas 2.412,87 ha (9,03%), kipas aluvial non vulkanik dengan kelerengan landau (LBS) seluas 805,21 ha (3,01%), dataran lumpur antara pasang surut di bawah *holpfit* (KJP) seluas 230,85 ha (0,86%) dan bukit *karst* di atas marmer dan batu gamping (KLG) seluas 8,68 ha (0,03%)⁽¹⁹⁾. Untuk lebih jelasnya jenis geomorfologi secara rinci dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 1.

Tabel 2. Bentuk lahan Kota Kendari

Kode	Sistem Lahan	Satuan Lahan	Luas (Ha)	%
TWH	Dataran	Dataran berbukit kecil atas batu sedimen campuran	7.975,90	29,86
SFO	Dataran	Dataran bergelombang dengan bukit-bukit kecil di atas napal dan batu gamping	5.334,10	19,97
LWW	Dataran	Dataran sedimen campuran yang berombak sampai bergelombang	1.866,01	6,99
KHY	Dataran aluvial	Dataran gabungan endapan muara dan endapan sungai	2.412,87	9,03
LBS	Kipas dan lahar	Kipas aluvial non vulkanik yang melereng landai	805,21	3,01
BPD	Pegunungan	Punggung gunung metamorfik terorientasi yang terjal	8.078,03	30,24
KLG	Perbukitan	Bukit <i>karst</i> di atas marmer dan batu gamping	8,69	0,03
KJP	Rawa pasut	Dataran lumpur antara pasang surut di bawah <i>holpfit</i>	230,85	0,86
Total			26.711,67	100

Sumber: BPDASHL Sampara⁽¹⁹⁾

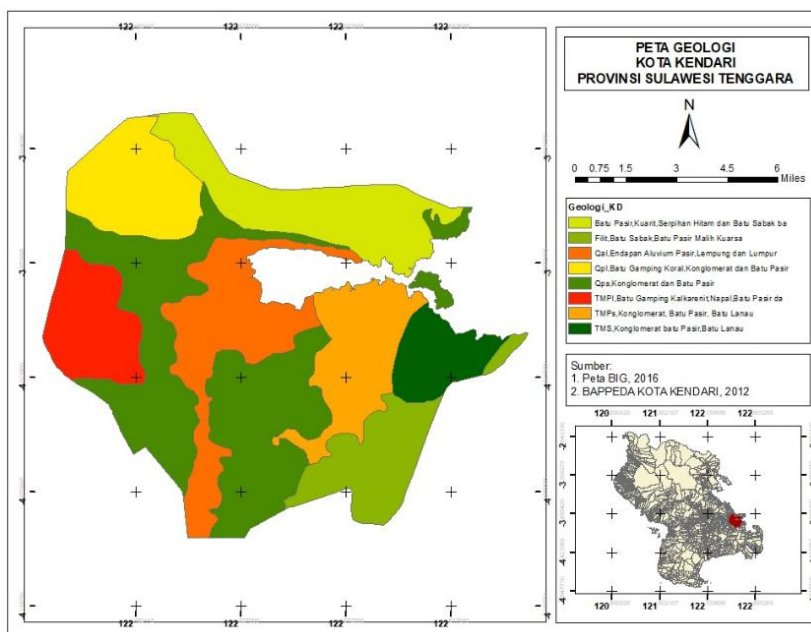


Gambar 1. Peta Geomorfologi Kota kendari

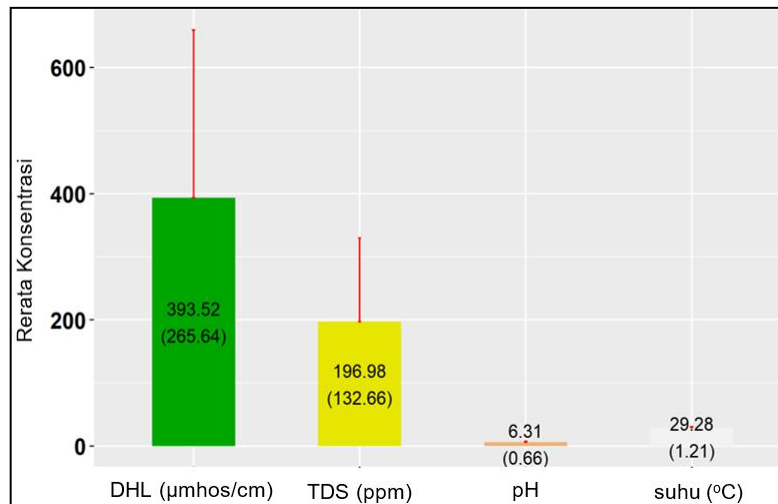
3.2 Geologi Kota Kendari

Karakteristik geologi di Kota Kendari tersebar di beberapa Kecamatan yaitu: (a) batu pasir kuarsit tersebar di Kecamatan Kendari dan sebagian wilayah Kecamatan Mandonga bagian utara seluas 3.563 ha atau 13,25%; (b) batuan filit tersebar di Kecamatan Poasia bagian Tenggara seluas 2.361 ha atau 8,78%; (c) endapan alluvial pasir yang tersebar di sekitar Teluk Kendari dan aliran sungai DAS Wanggu seluas 3.655 ha atau 13,6%; (d) batu gamping koral tersebar di Pulau Bungkutoko, bagian pesisir Kecamatan Kendari dan bagian Barat laut

Kecamatan Mandonga seluas 2.665 ha atau 9,91%; (e) konglomerat, batu pasir dan batu lanau tersebar di bagian Timur Kecamatan Poasia seluas 5.632 ha atau 15,56%; (f) konglomerat dan batu pasir tersebar di bagian tengah ke arah selatan Kecamatan Poasia, Kecamatan Mandonga bagian Tengah dan Kecamatan Baruga bagian Barat seluas 8.295 ha atau 30,85%; (g) batu gamping tersebar di bagian Barat Kecamatan Mandonga hingga batas Kota Kendari dengan Kecamatan Sampara kabupaten Konawe seluas 2.165 ha atau 8,05%. Untuk lebih jelasnya jenis geologi secara rinci dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Geologi Kota Kendari



Gambar 3. Konsentrasi Rerata dan Standar Deviasi Parameter Airtanah Dangkal di Kota Kendari

3.3 Kualitas Airtanah Dangkal di Kota Kendari

Identifikasi kualitas airtanah dangkal di Kota Kendari dianalisis menggunakan beberapa parameter yaitu DHL, TDS, Suhu dan pH. Suhu memiliki peranan penting dalam mengendalikan ekosistem perairan, perubahan suhu dapat berpengaruh pada proses fisika, kimia dan biologi dalam badan air⁽²⁰⁾. Suhu airtanah dangkal sangat dipengaruhi oleh suhu udara⁽²¹⁾, sedangkan suhu udara dipengaruhi oleh elevasi suatu wilayah. Semakin tinggi suatu wilayah maka semakin rendah suhu udara, sebaliknya semakin rendah suatu wilayah maka semakin tinggi suhu udara. Kota Kendari didominasi topografi datar dengan kisaran elevasi sebesar 3-30 mdpl dan kisaran suhu udara yaitu 21,9-32,7 °C⁽¹⁾. Suhu udara yang tinggi berdampak juga pada suhu airtanah dangkal menjadi tinggi. Rerata nilai suhu airtanah dangkal di Kota Kendari sebesar 29,28 °C dengan nilai terendah 26 °C dan tertinggi 35 °C serta memiliki standar deviasi sebesar 1.21 (Gambar 3). Variasi suhu air dipengaruhi oleh elevasi wilayah, semakin tinggi suatu elevasi maka semakin rendah suhu udara, begitu pun sebaliknya. Hal ini dapat dijumpai pada sekitar pesisir Teluk Kendari umumnya memiliki suhu air lebih tinggi

dibandingkan pada wilayah hulu, selain itu, juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitar lokasi sampel. Pada sumur gali yang memiliki tutupan vegetasi rimbun di sekitar sumur gali memiliki kecenderungan suhu udara lebih rendah, sedangkan pada sumur non vegetasi suhu udara dipengaruhi oleh MAT, semakin dangkal MAT maka semakin tinggi suhu air, begitu pun sebaliknya. Hal ini karena penyinar matahari langsung masuk ke dalam sumur sehingga mempengaruhi suhu airtanah.

DHL adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk menghantarkan aliran listrik⁽²⁰⁾. Nilai DHL menunjukkan total konsentrasi ion dalam airtanah⁽⁵⁾ dan memiliki kecenderungan akan meningkat jika terdapat ion-ion garam yang semakin besar pada suatu larutan⁽¹⁴⁾. Nilai DHL airtanah dangkal di Kota Kendari berada pada kisaran 64 hingga 1.452 µmhos dengan rata-rata 392,53 µmhos dan standar deviasi sebesar 265,64 µmhos (Gambar 3). Airtanah dangkal di Kota Kendari menunjukkan bahwa terdapat 18 sampel tergolong dalam airtanah sedikit asin dan 82 sampel masih tergolong airtawar dari 100 sampel (Tabel 3). Untuk mengetahui kesesuaian penggunaan airtanah untuk air minum dilakukan klasifikasi airtanah berdasarkan parameter TDS⁽²¹⁾.

Tabel 3. Tingkat keasinan airtanah dangkal di Kota Kendari berdasarkan klasifikasi nilai DHL*

DHL	Klasifikasi	No Sampel	Jumlah Sampel
<700	Air Tawar	1-24, 27, 29-32, 39-41, 43-45, 48-56, 58-59, 61, 63-81, 83, 85-100	82
700- 2.000	Airtanah sedikit asin	25-26, 28, 33-38, 42, 46-47, 57, 60, 62, 82,84	18
2.000-10.000	Airtanah asin tingkat sedang	-	-
10.000-45.000	Airtanah asin tingkat Tinggi	-	-
>45.000	Air laut	-	-
Total			100

Sumber: * Davis and De Wiest ⁽¹⁾

Tabel 4. Hasil klasifikasi Nilai TDS airtanah dangkal untuk air minum

TDS	Klasifikasi	No Sampel	Jumlah Sampel
<500	Aman dikonsumsi sebagai Air minum	1-35, 37-41, 43-100	88
500-1.000	Diizinkan untuk dikonsumsi sebagai Air minum	36, 42	2
1.000-3.000	Penggunaan untuk irigasi	-	-
>3.000	Tidak layak untuk air minum dan irigasi	-	-
Total			100

Sumber: * Davis and De Wiest⁽¹⁾

Nilai TDS dalam air sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi, limpasan dari tanah dan aktivitas masyarakat yang menghasilkan limbah baik domestik maupun industri⁽²⁰⁾. Nilai TDS terendah sebesar 32 ppm dan tertinggi 726 ppm. Nilai rerata dari TDS adalah 196,98 dengan standar deviasi sebesar 132,66 (Gambar 3). Berdasarkan klasifikasi TDS⁽²²⁾, airtanah dangkal di Kota Kendari terbagi ke dalam dua kelas yaitu kelas penggunaan air yang aman untuk dikonsumsi sebagai air minum (<500 ppm) yaitu 88 sampel dan 2 sampel telah melebihi namun masih diizinkan untuk dikonsumsi sebagai air bersih (Tabel 4).

pH merupakan salah satu indikator penting dalam mengidentifikasi kualitas air⁽²³⁾. Nilai pH dalam air secara tidak langsung berkaitan dengan nilai DHL dan TDS⁽²⁴⁾. Semakin kecil nilai pH maka semakin besar nilai DHL⁽²⁵⁾ dan TDS, karena aliran elektron dibawa oleh ion-ion terlarut. Ion terlarut dalam air di antaranya bersumber dari kandungan asam baik kuat maupun lemah, basa,

dan garam. Asam kuat lebih banyak menghasilkan ion dibandingkan asam lemah, sehingga semakin asam suatu larutan air semakin kecil nilai pHnya sehingga semakin banyak ion yang dihasilkan, dengan demikian semakin besar nilai DHL dan TDS. Nilai pH airtanah dangkal di Kota Kendari rata-rata sebesar 6,31 dengan nilai terendah sebesar 4,7 dan tertinggi 7,8 serta memiliki standar deviasi sebesar 0,66 (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa airtanah dangkal di Kota Kendari terdapat 48 sampel yang tidak memenuhi syarat atau tidak layak untuk dikonsumsi sebagai air minum (6,5-8,5) karena bersifat asam dan 52 sampel berada pada kisaran baku mutu (Tabel 5). Faktor yang mempengaruhi airtanah bersifat asam adalah senyawa penyusun batuan (geologi). Wilayah ini didominasi oleh batuan karbonat yang menghasilkan sifat agak asam hingga asam sehingga berpengaruh terhadap rendahnya nilai pH dalam airtanah.

Tabel 5. Klasifikasi airtanah dangkal berdasarkan parameter pH untuk air minum

pH	Klasifikasi	No Sampel	Jumlah Sampel
<6,5	Tidak Layak dikonsumsi (asam)	8-9, 11-12, 15-16, 21-23, 48-52, 55-56, 59, 61, 63-66, 68, 70, 72-78, 80, 87-91, 93-100	48
6,5-8,5	Layak dikonsumsi	1-7, 10, 13-14, 17-20, 24-47, 53-54, 57-58, 60, 62, 67, 69, 71, 79, 81-86, 92	52
> 8,5	Tidak Layak dikonsumsi (alkalis/basa)	-	-
Total			100

Sumber: ⁸Permenkes No.429/MENKES/PER/IV/2010⁽¹⁵⁾

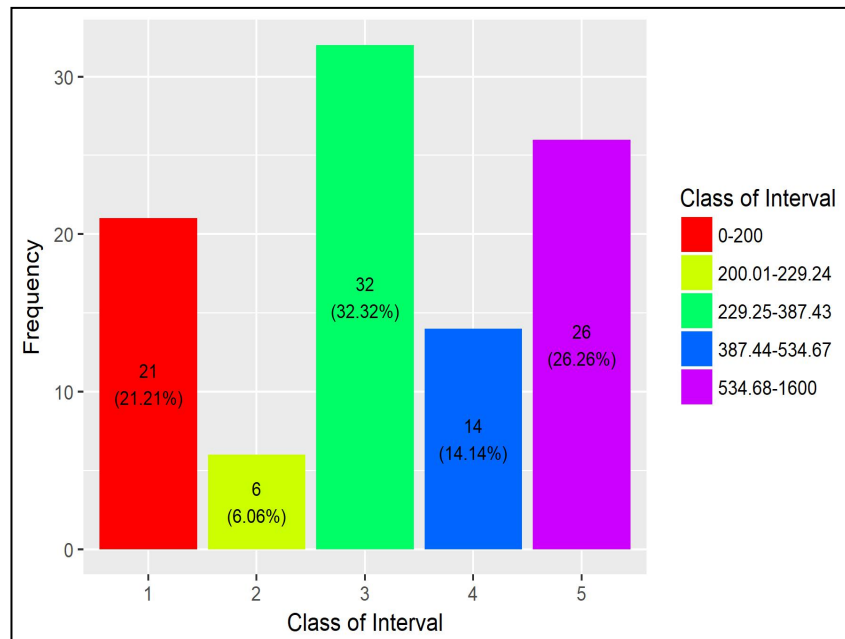
3.4 Sebaran Intrusi Air Laut terhadap Airtanah Dangkal di Kota Kendari

Sebaran intrusi air laut terhadap airtanah dangkal di Kota Kendari ditentukan dengan menggunakan parameter DHL dengan suhu standar 25 °C yang terbagi ke dalam lima kelas yaitu airtanah dangkal tidak terintrusi, terintrusi rendah, terintrusi sedang, terintrusi agak tinggi dan terintrusi tinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada tahun 2016 kondisi airtanah di kota Kendari berdasarkan nilai salinitas berkisar 0,1% hingga 1,15%, dengan nilai rerata 0,25%⁽²⁶⁾. Hal ini menunjukkan bahwa airtanah di wilayah ini tergolong dalam kualitas air tawar hingga payau atau sedikit dipengaruhi oleh intrusi air laut,

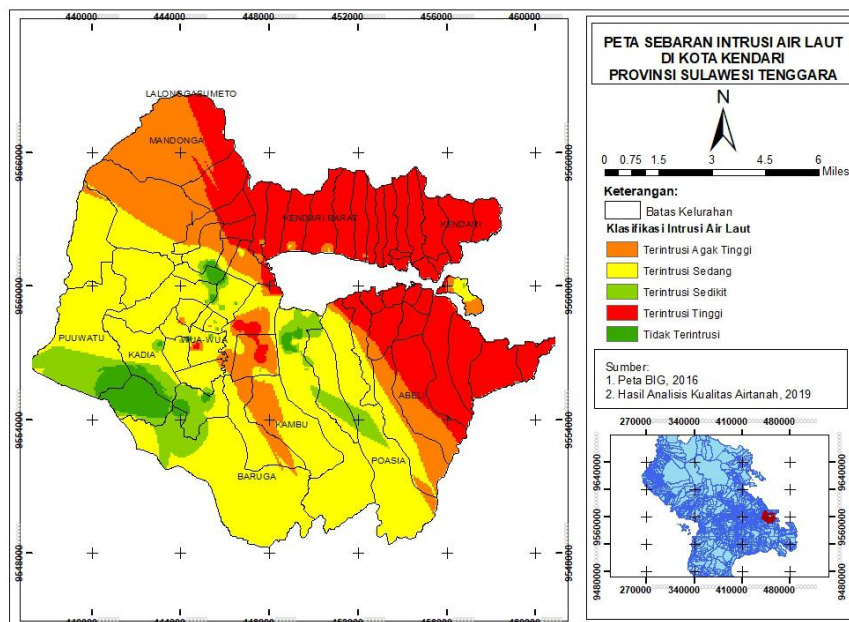
sedangkan pada tahun 2019 wilayah ini telah mengalami intrusi air laut. Hasil analisis menunjukkan bahwa wilayah terintrusi tinggi sebanyak 26 sampel atau 26,26% yang tersebar di beberapa Kecamatan yaitu sebagian Kecamatan Abeli, sebagian Kecamatan Mandonga, Kecamatan Kendari dan Kecamatan Kendari Barat. Wilayah terintrusi agak tinggi sebanyak 14 sampel atau 14,14% tersebar di Kecamatan Abeli, Pulau Bungkutoko, Kecamatan Kambu tepatnya disempadan sungai hingga hilir DAS Wanggu, Kecamatan Mandong dan Kecamatan Kendari Barat bagian pesisir. Wilayah terintrusi sedang sebanyak 32 sampel atau 32,32%, tersebar di hampir seluruh wilayah

Kota Kendari yaitu Kecamatan Poasia, sebagian Kecamatan Kambu, Kecamatan Baruga, Kecamatan Puuwatu, Kecamatan Wua-Wua, Kecamatan Kadia dan Kecamatan Poasia. Wilayah yang mengalami intrusi sedikit sebanyak 6 sampel atau 6,06% tersebar di Kecamatan

Poasia, Kecamatan Baruga dan Kecamatan Puuwatu. Wilayah yang tidak mengalami intrusi sebanyak 21 sampel atau 21,21% terletak di Kecamatan Poasia, Kecamatan Kadia, Kecamatan Puuwatu, dan Kecamatan Baruga (Gambar 4 dan 5).



Gambar 4. Frekuensi Klasifikasi Intrusi Air Laut terhadap Airtanah Dangkal Berdasarkan Nilai DHL di Kota Kendari



Gambar 5. Peta Sebaran Intrusi Air Laut di Kota Kendari

Intrusi air laut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor baik itu secara alamiah maupun akibat pemompaan airtanah secara terus menerus oleh aktivitas antropogenik di wilayah pesisir. Dalam penelitian ini faktor yang mempengaruhi intrusi air laut terhadap airtanah

dilihat dari faktor geologi dan jarak dari pantai sebagai faktor alamiah dan elevasi MAT akibat pemompaan airtanah. Berdasarkan hasil interpretasi peta geologi diketahui bahwa Kondisi geologi di wilayah ini terdiri dari formasi alluvial, alanga dan buara berumur plistosen dan

holosen pada zaman kuartar dan formasi langkowala berumur miosen pada zaman tersier, serta formasi meluhu berumur jura pada zaman mesozoikum. Hal ini menunjukkan bahwa airtanah yang mengalami intrusi disebabkan oleh faktor geologi berupa endapan aluvial yang memiliki permeabilitas umumnya rendah hingga sangat rentan dan berada pada bentuk lahan dataran sedimen muara dan endapan sungai dan dataran lumpur antara pasang surut di bawah holpit. Jarak dari pantai terhadap airtanah memiliki rerata sebesar 2,42 km dengan jarak terendah dan tertinggi masing-masing sebesar 0,04 km dan 5,52 km. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa korelasi (R) antara jarak dari pantai terhadap nilai DHL diperoleh nilai $R = -0,49$, artinya tidak ada hubungan yang signifikan atau berkorelasi lemah.

Wilayah ini memiliki rerata elevasi MAT sebesar 9,88 mdpl dengan elevasi MAT terendah dan tertinggi masing-masing sebesar 0,43 mdpl dan 30,01 mdpl, sedangkan kedalaman sumur sebesar 1,34 m dengan kedalaman terendah dan tertinggi sebesar 0,15 m dan 5,73 m. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa korelasi (R) antara Elevasi MAT terhadap DHL diperoleh $R^2 = 0,71$, artinya terdapat hubungan yang signifikan atau berkorelasi kuat, semakin rendah elevasi MAT terhadap air laut maka semakin mudah air laut menyusup ke dalam akuifer begitu pun sebaliknya, karena airtanah memiliki masa jenis yang lebih rendah terhadap air laut. Elevasi MAT dapat mengalami penurunan akibat pemompaan airtanah apabila melebihi daya dukungnya. Wilayah ini pada periode 2013-2019 telah mengalami penurunan MAT dengan rerata laju penurunan MAT sebesar 0,10%⁽²⁷⁾. Hal ini menyebabkan airtanah di wilayah ini mengalami intrusi airtanah. Selain itu, Kota Kendari didominasi oleh topografi datar hingga landai dan dulunya merupakan daerah rawa dimungkinkan terjadinya jebakan air laut. Jebakan air laut merupakan jebakan air laut masa lampau, yang kondisi geologi masa lampunya dipengaruhi oleh laut. Hal ini menyebabkan airtanahnya asin.

4. KESIMPULAN

Airtanah dangkal di kota Kendari telah terintrusi air laut dengan tingkat intrusi bervariasi yaitu terintrusi tinggi (26,26%), terintrusi agak tinggi (14,14%), terintrusi sedang (32,32%), terintrusi sedikit (6,06%) dan airtanah dangkal yang tidak terintrusi (21,21%). Perbedaan variasi intrusi tersebut disebabkan oleh faktor geologi dan elevasi MAT ($R=0,71$), sedangkan pengaruh jarak dari pantai terhadap airtanah dangkal memiliki korelasi yang lemah (-0,49). Oleh karena itu, untuk menjaga keberlanjutan sumber daya airtanah diperlukan suatu upaya konservasi

airtanah baik secara *vegetative* maupun mekanik. Konservasi airtanah secara vegetatif dapat dilakukan dengan cara penanaman hutan *mangrove* di sekitar Teluk Kendari guna menghambat laju air laut masuk ke daratan, sedangkan konservasi airtanah secara mekanik dapat dilakukan dengan pembatasan penggunaan airtanah baik domestik maupun non domestik, pembuatan *injection barrier* dan *extraction barrier*. Pembatasan penggunaan airtanah dan peningkatan kapasitas PDAM sebagai penyedia air bersih guna mengurangi ketergantungan airtanah untuk kebutuhan sehari-hari dan menurunkan MAT. *Injection barrier* dilakukan guna menghalangi masuknya air laut ke dalam airtanah dengan cara mengisi air tawar ke dalam sumur, sedangkan *extraction barrier* dilakukan dengan pemompaan air asin terus menerus pada sumur terintrusi sehingga terbentuk sebuah cekungan yang membuat air tawar dan air laut mengalir ke satu arah cekungan tersebut, proses tersebut selanjutnya akan membentuk baji air laut yang stabil dan dapat menghalangi aliran air laut ke daratan.

PERSANTUNAN

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dirjen Sumber Daya IPTEK dan DIKTI dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah memberikan dana Beasiswa Unggulan Dosen Indonesia Dalam Negeri (BUDI DN) untuk melanjutkan studi dan penelitian. Penulis juga berterimakasih pada Saudara Prisman Santo, A.Md. yang telah membantu dalam pengumpulan data lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

1. BPS. (2020). Kota Kendari dalam Angka. Kendari.
2. USAID. (2018). Laporan Kajian Kerentanan dan Risiko Iklim Lanskap Kendari dan Konawe Selatan. Kendari.
3. Jain, C. K., Bandyopadhyay, A., & Bhadra, A. (2010). Assessment of ground water quality for drinking purpose, District Nainital, Uttarakhand, India. *Environmental Monitoring and Assessment*. 166: 663-676 (2010). <https://doi.org/10.1007/s10661-009-1031-5>
4. Santha Sophiya, M., & Syed, T. H. (2013). Assessment of vulnerability to seawater intrusion and potential remediation measures for coastal aquifers: A case study from eastern India. *Environmental Earth Sciences*. 70: 1197-1209. <https://doi.org/10.1007/s12665-012-2206-x>

5. Santosa, L. W., & Adji, T. N. (2014). Karakteristik Akuifer dan Potensi Airtanah Graben Bantul. UGM Press. Yogyakarta
6. Ayolabi, E. A., Folorunso, A. F., Odukoya, A. M., & Adeniran, A. E. (2013). Mapping saline water intrusion into the coastal aquifer with geophysical and geochemical techniques: The University of Lagos campus case (Nigeria). SpringerPlus. 4: 2-433. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-433>
7. Werner, A. D., Bakker, M., Post, V. E. A., Vandenbohede, A., Lu, C., Ataie-Ashtiani, B., Barry, D. A. (2013). Seawater intrusion processes, investigation and management: Recent advances and future challenges. *Advances in Water Resources* 51 (2003) 3-2. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.03.004>
8. Purnama, S. (2004). Distribusi Air Asin dalam Tanah Dataran Pantai (Studi Kasus di Kota Semarang). Bogor: Institut Pertanian Bogor.
9. Purnama, S., & Aris Marfai, M. (2012). Saline Water Pollution in Groundwater: Issues and Its Control. *Journal of Natural Resources and Development*. 02: 25-32. <https://doi.org/10.5027/jnrd.v2i0.06>
10. Purnama, S., Cahyadi, A., Febriarta, E., Khakhim, N., & Prihatno, H. (2015). Identifikasi Airtanah Asin Berdasarkan Pendugaan Geolistrik di Pesisir Kota Cilacap Jawa Tengah. *Jurnal Geografi*. 11 (22): 155-165.
11. Rhoades, J., Kandiah, A., & Mashali, A. M. (1992). The use of saline waters for crop production. In *FAO Irrigation and Drainage Paper*.
12. Singhal, B., dan Gupta, R.P. (2010). *Applied Hydrogeology of Fractured Rocks*. Springer.
13. Davis, S. N. and De Wiest. (1996). *Hydrogeology*. John Wiley & Sons: New York.
14. Cahyadi, A., Adji, T. N., Marfai, M. A., Noviandaru, S., & Agniy, R. F. (2017). Analisis Dampak Intrusi Air Laut Terhadap Airtanah di Pulau Koral Pramuka, DKI Jakarta. *Majalah Geografi Indonesia*. 31 (2): 61-66. <https://doi.org/10.22146/mgi.25493>
15. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 429/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta.
16. Taylor. D. W. (1948). *Fundamentals of Soil Mechanics*, Wiley. New York
17. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 7 tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit. Jakarta
18. Prana Ugiana Gio, R. E. C. (2019). Pedoman Dasar Mengolah Data dengan Program Aplikasi Statistika Statcal (Diserti Perbandingan Hasil dengan SPSS & Minitab). In *USU Press* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
19. BPDASHL Sampara. (2010). Peta Bentuklahan Provinsi Sulawesi Tenggara. Kendari
20. Effendi. H. (2003). *Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
21. Sunarwan, B., Kamal, N., & Luthfi, M. (2015). Identifikasi Parameter Fisika dan Kimia Airtanah Pada Akifer Endapan Produk Gunung Api (Studi kasus: Cekungan Airtanah Bandung). *Jurnal Teknologi| Jurnal Pakuan Bidang Keteknikan*, 2(2), 53–69.
22. Davis. S.N. and De Wiest. R.J.M. (1966) *Hydrogeology*, Vol. 463. Wiley, New York
23. Sadat-Noori, S. M., Ebrahimi, K., & Liaghat, A. M. (2014). Groundwater quality assessment using the Water Quality Index and GIS in Saveh-Nobaran aquifer, Iran. *Environ Earth Sci*. 71 (9). <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2770-8>
24. Putri, A. W., Suharto, B., & Susanawati, L. D. (2016). Identification of Groundwater Pollution Due Sea Water Intrusion (Study Case Of Coastal Ketah Situbondo). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 32–39.
25. Astuti. A. D. (2014). Irrigation Water Quality Parameters based on DHL, TDS, pH in Paddy Fields of Bulumanis Kidul Village Margoyoso Subdistrict. *Jurnal Litbang*. X (1): 35-42.
26. Bappeda Kota Kendari. (2016). Analisis Kualitas Airtanah Akibat Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Kendari. Kendari.
27. Bappeda Kota Kendari. (2019). Analisis Dampak Penggunaan Sumur Bor terhadap Kualitas Lingkungan Hidup. Kendari