

PEMETAAN KESADAHAN AIRTANAH DI KABUPATEN BANGKALAN

Herce Farida Solossa^[1] dan Yulfiah^[1]

^[1]Magister Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arief Rachman Hakim No.100 Surabaya

e-mail: herce.solossa@gmail.com

ABSTRAK

Kesadahan airtanah bisa berdampak kurang baik pada kesehatan manusia, jika konsentrasinya melampaui batas standar maksimum yang dipersyaratkan. Sebagai bentukantisipasi terhadap dampak buruk kesadahan airtanah, maka dilakukan pemetaan tingkat kesadahan airtanah di Kabupaten Bangkalan agar secara visual dapat diketahui sebarannya. Airtanah di daerah penelitian dimanfaatkan masyarakat sebagai sumber air minum. Sampel kualitas airtanah diperoleh dari sumur dangkal dengan kedalaman tidak lebih dari 20 m. Sampel berjumlah 18 dan dikumpulkan pada musim kemarau. Data kualitas airtanah menjadi acuan pembuatan peta sebaran kesadahan airtanah. Hasil pemetaan memperlihatkan bahwa, airtanah di daerah penelitian sebagian besar masih layak dikonsumsi, khususnya di Kecamatan Geger, Kokop, dan Konang. Kesimpulan ini didukung sebaran kualitas airtanah berdasarkan sejumlah parameter yang diujikan pada penelitian penulis pada kesempatan berbeda. Sebaran kesadahan airtanah dipengaruhi oleh faktor geologi, yaitu struktur geologi, stratigrafi, produktifitas akuifer, dan kawasan karts.

Kata kunci: kesadahan airtanah, pemetaan

ABSTRACT

Water hardness is the content of certain minerals in water, generally calcium (Ca) and magnesium (Mg) ions in the form of carbonate salts and this content if it exceeds quality standards can have an impact on human health. The purpose of this study is to map the distribution of groundwater hardness as a source of water supply in Kab. Bangkalan. The sample of this study is shallow wells with a depth not exceeding 20 m. This type of research is a descriptive study with a qualitative and quantitative approach. The research sample was taken as many as 18 following the number of sub-districts in Kab. Base. Samples taken are water source wells used by the community. Sampling time is the dry season. Samples taken are stored in bottles and immediately taken to the laboratory for examination. Sampling locations are made in the form of maps with the ArcGis application. The conclusion of this research is that the level of hardness in groundwater in Kab. Base has moderate value - maximum. The distribution of hard water is also evenly distributed throughout the Kab. Base with the maximum distribution from east-west to east and east-east while the hardening is starting from north and northeast to south, southwest and west. This suggestion that can be made is that residents who use shallow wells should use a filter and cook it first for drinking needs.

Keywords: mapping, hard groundwater, drinking water sources.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Airtanah adalah sumberdaya alam non hayati dan mempunyai keterkaitan dengan sumberdaya lingkungan secara keseluruhan. Dengan demikian, lingkungan dapat mempengaruhi ketersediaan airtanah. Ketersediaan airtanah ditentukan oleh keadaan geologi, hidrogeologis, dan faktor-faktor lingkungan hidup yang lain. Keterdapatannya bersifat dinamis, baik dari aspek kualitas maupun kuantitas, dan bervariasi dari satu tempat ke tempat lainnya.

Kuantitas dan kualitas airtanah dipengaruhi oleh tempat terdapatnya airtanah. Keterdapatannya dijumpai pada berbagai jenis formasi geologi, atau dikenal dengan istilah akuifer (Riastika. M. Dalam Danaryanto, 2008). Menurut Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia (IAGI, 1996), formasi geologi adalah satuan litostratigrafi yang

terdiri dari lapisan batuan dan memiliki kesamaan karakteristik, seperti jenis batu, fasies, atau sifat lainnya. Airtanah berada pada akuifer yang di dalamnya terdapat material kompak (batuan beku, metamorf, dan sedimen) dan material lepas (dataran sungai/pantai/danau).

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu Kepala Dusun, Bapak Haminto, diketahui bahwa masyarakat Kecamatan Labeng, 70% memanfaatkan airtanah untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Sumur di Kabupaten Bangkalan, umum berupa sumur dangkal. Jangkauan PDAM Kabupaten Bangkalan belum merata, sehingga masyarakat masih mengkomsumsi airtanah.

BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur mencatat, dari 18 kecamatan di Kab. Bangkalan, 12 kecamatan diantaranya, khususnya Kecamatan Klampis, Konang, dan Kokop letaknya sangat jauh dari sumber PDAM. Selain itu, terdapat 79 desa yang mengalami kekeringan dan krisis air

bersih. Dari jumlah tersebut, 32 desa mengalami kekeringan sejak awal September 2017, sehingga termasuk kategori desa krisis air bersih (desa kekurangan air).

Kabupaten Bangkalan merupakan pintu utama Pulau Madura dan termasuk destinasi wisata terpilih di Jawa Timur. Obyek wisata yang dimaksud diantaranya adalah Bukit Jaddih di Kecamatan Socah, Gunung Geger, Permandian Sumber Bening, Langkap Modung, dan sebagainya.

Pelayanan PDAM di Kabupaten Bangkalan tidak merata dan hanya terkonsentrasi di Kecamatan Kab. Bangkalan. Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM) mengatakan, tiga PDAM di Madura tidak berjalan efektif dan merata, yaitu PDAM Sampang, Bangkalan, dan Pamekasan.

Di sisi lain, Kabupaten Bangkalan sebagian besar wilayahnya didominasi kawasan karst. Kondisi demikian menyebabkan airtanah di Kabupaten Bangkalan berpotensi sebagai air sadah.

Berdasarkan latar belakang sebagaimana disampaikan, pemetaan kesadahan airtanah di Kabupaten Bangkalan menjadi penting. Pemetaan ditujukan untuk mengetahui titik-titik sumber airtanah pada sumur dangkal yang aman digunakan masyarakat sebagai sumber air minum.

Masalah Penelitian

1. Bagaimana tingkat kesadahan airtanah di Kab. Bangkalan?
2. Bagaimana sebaran kesadahan airtanah di Kab. Bangkalan?
3. Bagaimana keterkaitan antara sebaran kesadahan airtanah di Kab. Bangkalan dengan faktor geologi?

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah menganalisis dan memetakan kesadahan airtanah di Kab. Bangkalan.

Ruang Lingkup

1. Airtanah yang diteliti adalah airtanah pada sumur dangkal yang menjadi sumber air minum masyarakat.
2. Pengambilan sampel dilakukan pada musim kemarau.
3. Faktor geologi sebagai acuan proses analisis meliputi struktur, stratigrafi, produktifitas akuifer, dan kawasan karst.

TINJAUAN PUSTAKA

Analisis Peta

Surfer

Surfer merupakan salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi berdasarkan grid. Perangkat lunak ini berupa plotting data tabular XYZ tak beraturan menjadi lembar

titik-titik segi empat (grid) beraturan. Grid adalah serangkaian garis vertikal dan horizontal dalam surfer yang berbentuk segi empat dan digunakan sebagai dasar pembentukan kontur dan surface tiga dimensi. Garis vertikal dan horizontal memiliki titik-titik perpotongan. Pada titik perpotongan ini disimpan nilai Z, yaitu titik ketinggian atau kedalaman. Gridding merupakan proses pembentukan rangkaian nilai Z yang teratur dari sebuah data XYZ (Munirwansyah, 2013). Hasil proses gridding berupa file grid yang tersimpan pada file.grd (Darlis, 2011).

ArcGis

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sebuah sistem yang saling berangkaian satu dengan lainnya. Sebagai sebuah software, SIG merupakan kumpulan perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografi, dan personel, yang didesain untuk memperoleh, menyimpan, memperbaiki, memanipulasi, menganalisis dan menampilkan semua bentuk informasi yang berreferensi geografi secara terorganisir (Budiyanto, 2002). SIG juga memanfaatkan software ArcMap atau ArcGIS 10.1.

Airtanah

Airtanah adalah air yang tersimpan pada batuan tertentu, yang kemudian bergerak sebagai aliran melalui celah, rekahan, dan lapisan-lapisan tanah, hingga air tersebut keluar sebagai mata air, danau, sungai, dan laut. Jumlah air yang meresap ke dalam tanah bergantung pada pengaruh kompaksi batuan, kecuraman lereng, kondisi permukaan tanah, ketersediaan vegetasi, dan curah hujan (Fetter C.W., 1994).

Ahmad Cahyadi (2019) menyampaikan tiga tipe parameter yang mempengaruhi tingkat kerentanan airtanah tercemar. Parameter tersebut adalah tipe akuifer, jenis material penyusun akuifer, dan kedalaman muka airtanah. Sementara berdasarkan material penyusunnya, ketersediaan airtanah dibedakan menjadi dua, yaitu material lepas (*unconsolidated materials*) yang terdiri dari material dengan ukuran butir pasir-lempung, dan material kompak (*consolidated materials*) yang terdiri dari material dengan ukuran butir bongkah, Konglomerat-Breksi, serta bongkah.

Airtanah dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia, diantaranya untuk irigasi, pembangkit listrik, laboratorium alam, tempat wisata, dan kegiatan industri. Semakin maju tingkat kebudayaan masyarakat, maka penggunaan air akan semakin meningkat (Notodarmojo, 1994).

Kualitas Airtanah

Kualitas airtanah meliputi tiga karakteristik, yaitu fisik, kimia, dan biologi. Sifat fisik ditunjukkan oleh parameter warna, bau, rasa, kekentalan, kekeruhan, dan suhu (Handipurwo, 2006). Bau airtanah disebabkan oleh zat atau gas yang mempunyai aroma dan terkandung dalam

airtanah. Warna airtanah disebabkan oleh zat yang terkandung di dalam air, baik berupa suspensi maupun terlarut. Keekeruhan airtanah disebabkan oleh adanya zat terlarut dalam airtanah. Rasa airtanah ditentukan oleh adanya garam atau zat yang terkandung dalam airtanah, baik yang tersuspensi maupun yang terlarut. Suhu airtanah dipengaruhi oleh keadaan sekeliling, seperti musim, cuaca, dan tempat keberadaan airtanah. Kekentalan airtanah dipengaruhi oleh partikel yang terkandung di dalam airtanah. Semakin banyak kandungan partikel, maka airtanah akan semakin kental. Di samping itu, semakin tinggi suhu airtanah, maka kekentalannya pun semakin kecil.

Karakteristik kimia air tanah meliputi, pH, Nitrat, Nitrit, Kesadahan, Klorida, TDS, Besi, Sulfat, Mangan, Tembaga, Seng, Total Kromium, dan sebagainya. Power Hydrogen (pH) adalah intensitas keadaan asam atau basa dari suatu larutan. pH diartikan juga sebagai kologaritma aktivitas ion hydrogen (H^+) yang larut. Nitrat (NO_3) merupakan unsur utama Nitrogen dalam perairan alami dan merupakan nutrisi utama untuk pertumbuhan tanaman dan algae.

Nitrit (NO_2) ditemukan pada perairan alami dengan jumlah tidak banyak atau lebih kecil dari pada Nitrat, karena sifatnya yang tidak stabil dengan adanya Oksigen. Kesadahan (*hardness*) air merupakan hal sangat penting dalam penyediaan air bersih. Air dengan kesadahan tinggi akan memerlukan lebih banyak sabun untuk mendapatkan busa yang banyak. Klorida adalah anion yang mudah larut dalam air dan merupakan anion anorganik utama yang dapat berada di perairan. Ion klorida dalam air yang digunakan secara berlebihan dapat merusak ginjal. TDS (*Total Dissolve Solid*) atau jumlah zat padat terlarut merupakan indikator jumlah partikel atau zat dalam air, baik dalam bentuk senyawa organik maupun senyawa non-organik. Kandungan besi dalam perairan tidak diinginkan untuk keperluan rumah tangga, karena menyebabkan bekas karat pada pakaian, porselin, atau alat-alat lainnya, serta mengasikkan rasa tidak enak pada air minum dalam kemasan lebih dari 0,31 mg/l. Sulfat merupakan garam turunan asam. Konsentrasi Mangan (Mn) dalam air untuk keperluan domestik harus sangat kecil, yaitu di bawah 0,05 mg/l. Tembaga merupakan konduktor panas yang baik dan sifatnya sangat korosif. Tembaga dalam tubuh manusia biasa ditemukan di hati, otak, usus, jantung, dan ginjal. Seng (Zn) adalah logam berwarna putih mengkilap dan cukup reaktif dengan asam, logam alkali, dan non logam lainnya. Konsentrasi Total Kromium yang diijinkan dalam air bersih sesuai Permenkes No. 32 tahun 2017 adalah sebesar 0,05 mg/l.

Karakteristik biologis berupa beragam organisme yang ada dalam air. Airtanah biasanya lebih bersih, akuifer telah menjadi saringan bagi airtanah. Organisme yang hidup dalam air bersifat makroskopis dan mikroskopis. Unsur paling kecil dalam air adalah bakteri yang merupakan organisme hidup. Bakteri yang dapat menimbulkan

penyakit disebut bakteri patogen. Sebagai indikator biologis dalam air adalah bakteri *Escherichia Coli* (*Coloc Bacilli* atau *Coliform*), merupakan bakteri non patogen berdarah panas (Suripin, 2002).

Kawasan Karst

Kata karst berasal dari bahasa Yugoslavia dan diperkenalkan oleh Cvijic pada tahun 1914. Cvijic adalah seorang geolog asal Jerman. Kata karst mengacu pada kawasan batu gamping di Kota Trieste, Slovenia. Sesuai proses pembentukan karst, maka daerah karst terbagi atas daerah karst asli dan daerah pseudokarst atau karst palsu (Ford dan Williams, 1989).

Klasifikasi kawasan karst menurut *One Map Indonesia Overview* 2019 terbagi atas:

- Level 1 berupa deleniai sebaran batu gamping
- Level 2 berupa deleniai KBAK (Konservasi Bentang Alam Karst) hasil penyelidikan
- Level 3 berupa deleniai KBAK hasil verifikasi,
- Level 4 berupa deleniai KBAK yang ditetapkan melalui Kepmen ESDM.

METODE PENELITIAN

Proses analisis dilakukan setelah pengumpulan/pengambilan data sampel airtanah selesai dilaksanakan. Pada akhirnya, data kesadahan airtanah dituangkan dalam bentuk angka dan peta. Data kesadahan airtanah hasil pengujian diperbandingkan dengan standar baku mutu yang tertera pada Permenkes nomor: 416/Men.Kes/Per/IX/1990. Peta sebaran kesadahan airtanah divisualisasikan melalui *software* Surfer dan ArcGis.

PEMBAHASAN

Kesadahan Airtanah di Daerah Penelitian

Pengukuran tingkat kesadahan airtanah mengacu pada SNI 06 6989.12.2004. Kesadahan airtanah pada sebagian besar titik pengujian di daerah penelitian telah melampaui kadar kesadahan maksimal yang ditetapkan, yaitu 500 Mg/l. Tingkat kesadahan airtanah di daerah penelitian berkisar antara 480–630 Mg/l. Dari 18 lokasi pengujian, hanya di Kecamatan Tanah Merah dan Tragah, yang nilai kesadahannya masih lebih rendah dibandingkan dengan standar kadar kesadahan maksimum yang diperbolehkan.

Table 1: Nilai Kesadahan Airtanah di Daerah Penelitian

No	Kecamatan	Kesadahan (Mg/l)	No	Kecamatan	Kesadahan (Mg/l)
1	Arosbaya	630	10	Konang	620
2	Bangkalan	570	11	Kwanyar	615
3	Blega	605	12	Labang	570
4	Burneh	545	13	Modung	520
5	Galis	510	14	Sepulu	510
6	Geger	610	15	Socah	530
7	Kamal	530	16	Tanah Merah	490
8	Klampis	550	17	Tanjung Bumi	510
9	Kokop	510	18	Tragah	480

Sebaran dan Tingkat Kelayakan Kualitas Airtanah di Daerah Penelitian

Sebaran tingkat kesadahan airtanah didasarkan pada klasifikasi tingkat konsentrasi rendah, sedang, dan tinggi. Melalui pengoperasian software surfer dilakukan *overlay* atau tumpang tindih dari sejumlah peta sebaran kualitas air tanah pada beberapa jenis parameter yang dilakukan pada penelitian yang lain. Kegiatan *overlay* peta dilakukan untuk mendapatkan lokasi dengan tingkat kualitas airtanah yang layak dikonsumsi.

Hasil *overlay* menunjukkan, wilayah dengan kualitas airtanah layak dikonsumsi berada di Kecamatan Geger, dan sebagian kecil area Kecamatan Kokop dan Konang. Peta sebaran kesadahan air tanah disajikan pada Gambar 1. Sementara peta kualitas airtanah yang layak dikonsumsi disajikan dalam Gambar 2. Selanjutnya peta faktor struktur geologi yang berkaitan keterdapatn airtanah pada daerah penelitian, berupa struktur sesar (patahan) dan struktur antilonorium (lipatan), diilustrasikan pada Gambar 3.

Akuifer Daerah Penelitian

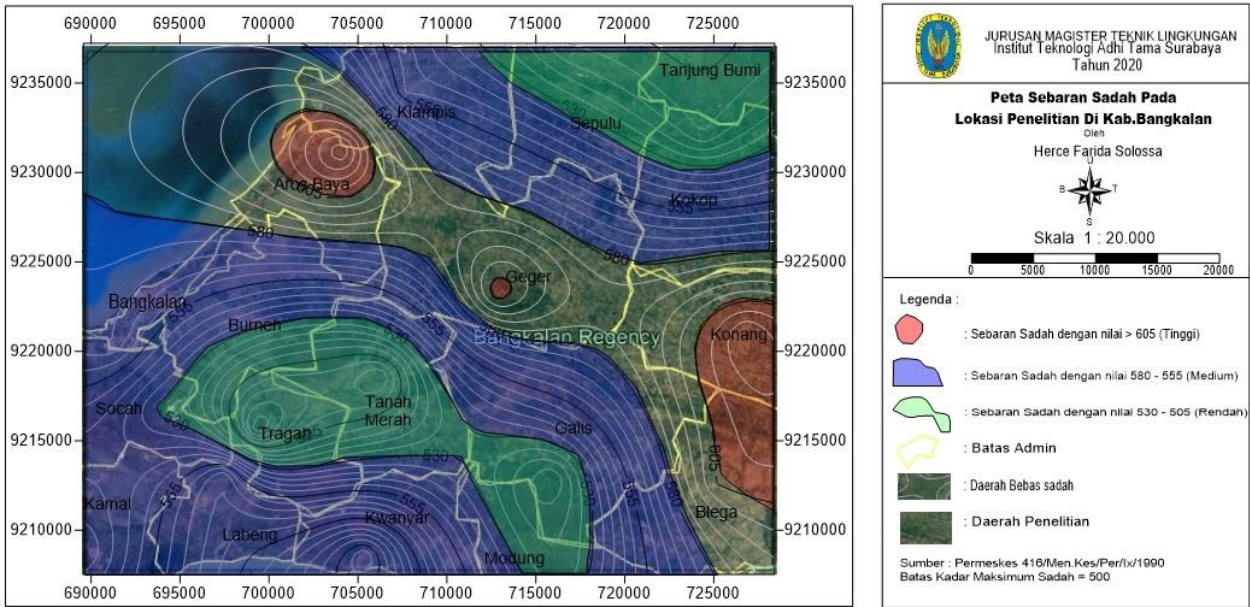
Akuifer di daerah penelitian termasuk jenis akuifer bebas, karena muka airtanah berfluktuasi secara bebas sesuai musim. Berdasarkan data *One Map Indonesia Overview 2019*, produktivitas akuifer di Kabupaten Bangkalan termasuk akuifer dengan aliran ruang antar butir yang memiliki produktifitas kecil, sedang, dan

produktif, dengan sebaran setempat dan meluas. Kondisi ini terjadi karena Kabupaten Bangkalan berada tepat di atas beberapa formasi, yaitu formasi Tawun, Watukoceng, Pamengkasan, Madura, dan Aluvium.

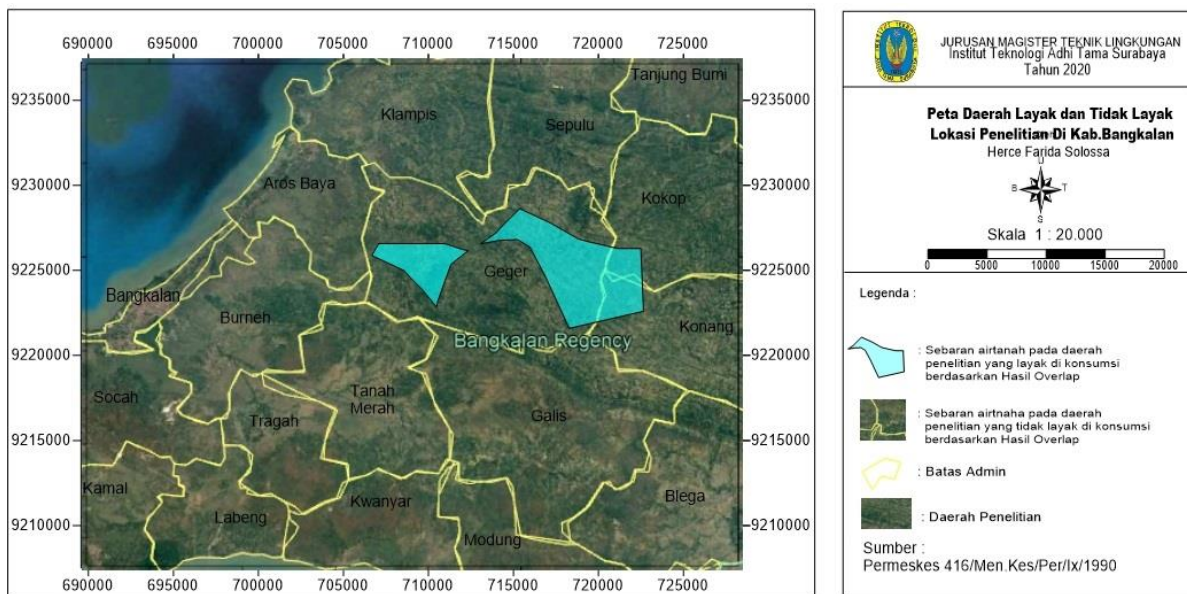
Berdasarkan data produktivitas akuifer dapat disimpulkan bahwa, Kecamatan Geger, Kokop, dan Konang merupakan wilayah dengan akuifer produktif tinggi dan akuifer produktif kecil, sebagaimana dapat dicermati pada Gambar 4. Litologi akuifer di Kab. Bangkalan berupa batuan padu dan batu gamping.

Sementara itu berdasarkan proses pembentukannya, kawasan karts pada daerah penelitian adalah daerah karst asli. Daerah karst asli merupakan daerah karst yang dibentuk dari pelarutan batuan batu gamping (*lime stone*), diikuti pelarutan batuan karbonat lainnya, yaitu dolomit dalam evaporit, dips dan halite dalam silika seperti batu pasir dan kuarsa, dan salam basalt serta granit yang cenderung membentuk gua (*favourable*). Fungsi kawasan karts di daerah penelitian adalah sebagai akuifer alami, hunian fauna pengendali hama, pengendali banjir, dan laboratorium alam. Gambaran kawasan karts di daerah penelitian disajikan pada Gambar 5.

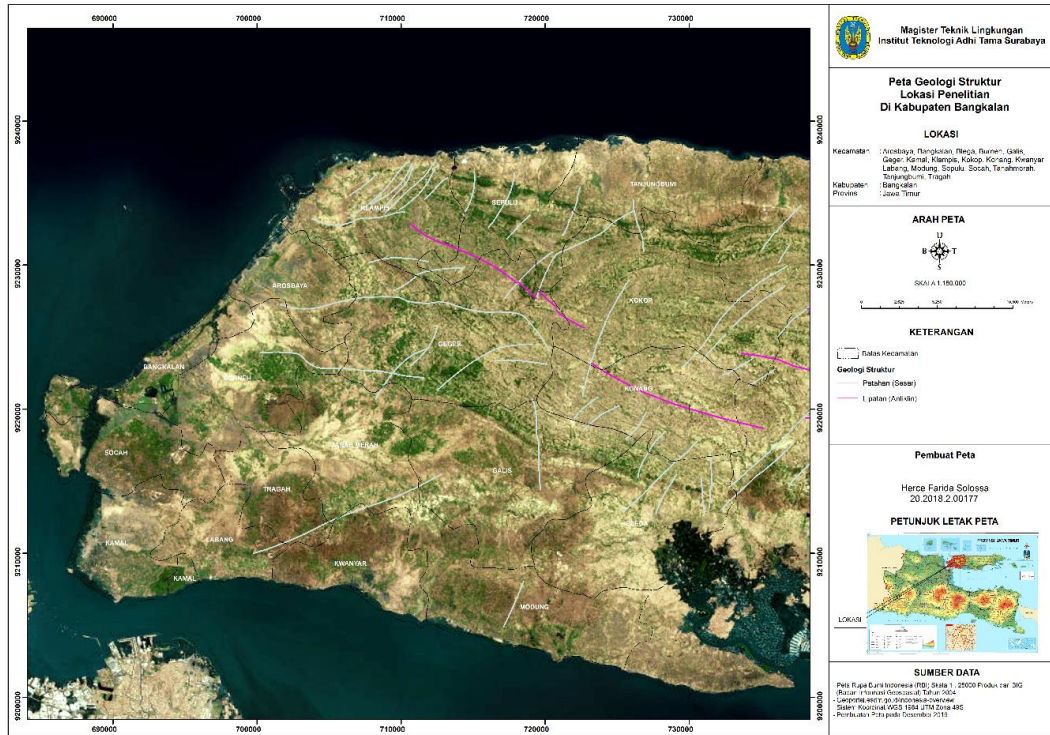
Struktur geologi pada kawasan karts di daerah penelitian berupa lipatan dan perlapisan, serta tersusun atas litologi gamping terpadu. Batu gamping terpadu adalah batu gamping yang memiliki struktur kompak.



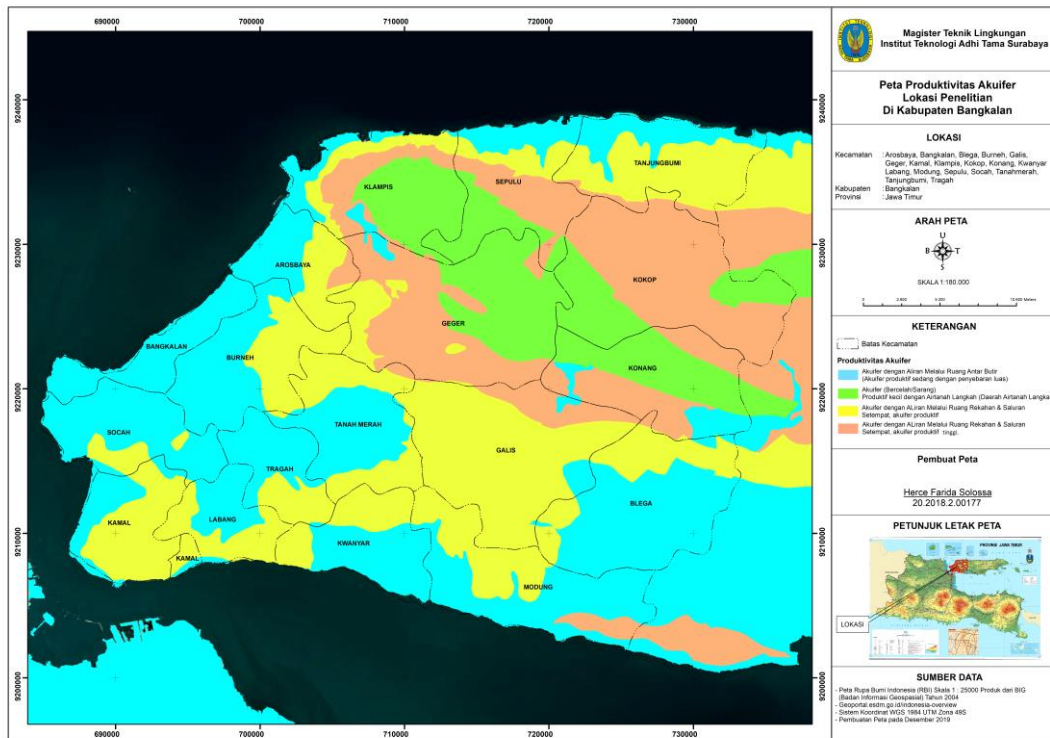
Gambar 1: Peta Sebaran Kesadahan Airtanah



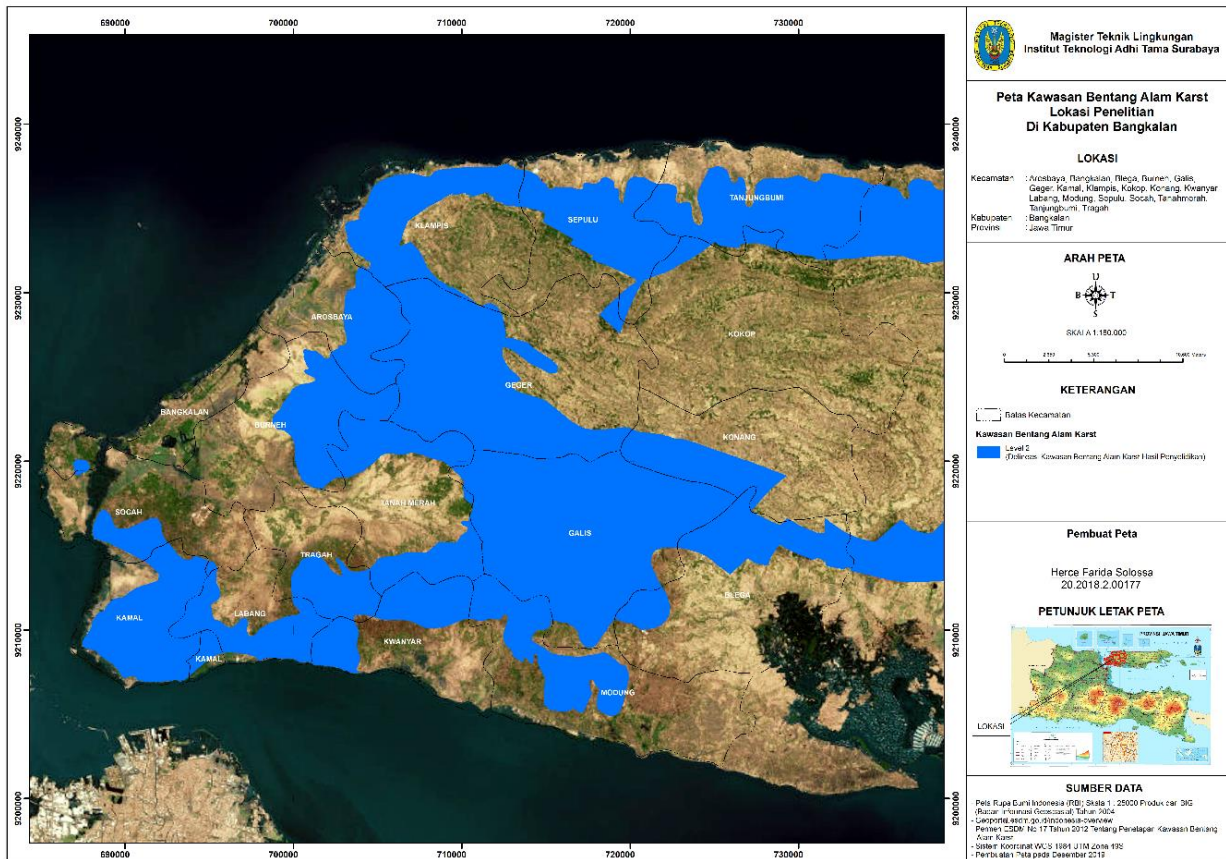
Gambar 2: Peta Sebaran Airtanah yang Layak Dikonsumsi



Gambar 3: Peta Struktur Geologi Daerah Penelitian



Gambar 4: Peta Produktifitas Akuifer Daerah Penelitian



Gambar 5: Peta Kawasan Karst Daerah Penelitian

PENUTUP

Kesimpulan

Konsentrasi kesadahan airtanah pada 15 titik pengukuran melampaui standar baku mutu yang ditetapkan. Hanya pada tiga titik pengukuran, konsentrasi masih memenuhi standar baku mutu.

Sebaran kualitas airtanah yang layak konsumsi di Kabupaten Bangkalan meliputi kawasan di Kecamatan Geger, Kokop, dan Konang. Kesimpulan diperoleh setelah dilakukan *overlay* dengan peta sebaran kualitas airtanah pada sejumlah parameter hasil pengukuran yang dilakukan penulis pada kesempatan lain.

Pengaruh faktor geologi terhadap sebaran kualitas airtanah di Kab. Bangkalan adalah sebagai berikut.

1. Struktur geologi, yaitu struktur sesar dengan arah timur tenggara – barat laut, serta lipatan (antiklin) dengan arah timur ke barat yang mempengaruhi keterdapatannya airtanah dengan kandungan kesadahan tinggi. Struktur sesar dijumpai di Kecamatan Geger, sedangkan lipatan ditemukan di Kecamatan Kokop dan Konang.

2. Stratigrafi pelapisan batuan didominasi batu gamping yang merupakan litologi akuifer, sebagaimana dijumpai pada Kecamatan Geger, Kokop, dan Konang. Produktivitas akuifer di ketiga kecamatan tersebut adalah akuifer produktif dan akuifer dengan produktivitas kecil. Pola aliran akuifer melalui ruang rekahan dan saluran.
3. Kawasan karts di daerah penelitian termasuk golongan kawasan karts level II. Artinya, daerah penelitian merupakan kawasan pengimbuhan air bawah tanah (airtanah), terdapat gua-gua dengan endapan yang sudah tidak aktif (speleo-tem) dan berfungsi sebagai tempat tinggal fauna yang memberi nilai dan manfaat ekonomi. Kawasan karts delensiasi level II juga merupakan KBK (Konservasi Bentang Alam Karst) hasil penyelidikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Ibu Dr. Yulfiah, ST., MSi., yang dengan sabar dan ikhlas membimbing serta mendidik penulis selama menyelesaikan penelitian. Terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan yang selalu mendukung dalam kondisi apapun di saat penulis

menyelesaikan penelitian ini. Akhirnya, terima kasih disampaikan kepada penyelenggara SEMITAN II, sehingga penulis dapat mempublikasikan karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Cahyadi. (2019). Analisis Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran di Pulau Korol Sangat Kecil Dengan Menggunakan Metode God. 1 Departemen Geografi Lingkungan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Budiyanto, Eko. (2002). Sistem Informasi Geografis Menggunakan Arcview Gis, Andi : Yogyakarta.
- Novia Darlis. (2011). Laporan Percobaan Surfer. <http://100makalah.blogspot.com/2016/05/laporan-percobaan-surfer.html>
- Fetter C.W. (1994). Applied Hydrogeology. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Ford, D.C, P. Williams. (1989). Karst Geomorphology and Hidrology. London: Chapman and Hall.
- Hadipurwo. (2006). “Konservasi sebagai Upaya Penyelamatan Airtanah di Indonesia”, Direktorat Pembinaan Pengusahaan Panas Bumi dan Pengelolaan Air Tanah, Direktorat Jenderal Mineral Batubara dan Panas Bumi, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, Bandung.
- Munirwansyah, Devi Sundary, Gartika Setiya Nugraha. (2013). Interpretasi Bearing Layer (Kontur Lapisan Tanah Keras) di Bawah Permukaan Dengan Program Surfer (Kecamatan: Syiah Kuala – Ulee Kareng – Kuta Alam).
- Notodarmojo, Suprihanto. (1994). Pengolahan Air Berwarna Dalam Skala Laboratorium, Volume 1 No. 3, T1 - ITB.
- Suripin. (2002). Pelestarian Sumber Daya Tanah Dan Air. Andi. Yogyakarta.