

ANALISIS KUALITAS DAN PEMANFAATAN AIR TANAH DI KECAMATAN KOTA BARAT GORONTALO

*Aang Panji Permana**

**Prodi Teknik Geologi Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia*

**aang@ung.ac.id*

SARI

Morfologi Kecamatan Kota Barat yang merupakan kecamatan terluas di Kota Gorontalo dominan merupakan dataran aluvial berbatasan langsung dengan Danau Limboto di sebelah barat. Tujuan utama penelitian yakni mengetahui kualitas air tanah di Kecamatan Kota Barat berdasarkan parameter fisika dan kimia serta mengetahui pemanfaatan air tanah dari sumur warga. Untuk mencapai tujuan tersebut maka digunakan dua metode yaitu survei lapangan dan analisis laboratorium. Pendekatan penelitian yang diterapkan terdiri dari dua yakni analisis secara kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan kualitas air tanah didominasi kondisi air jernih 64%, tidak berbau 82%, tidak berasa 92% dan tidak mengandung zat padatan terlarut 90-92%. Untuk analisis kimia kandungan arsen, besi dan nitrat sebagai N dalam batasan aman karena masih dibawah kadar maksimum. Pemanfaatan air tanah dari sumur warga didominasi untuk mandi, cuci dan kakus sebanyak 64%. Ketinggian rata-rata muka air tanah adalah 4,286 meter di atas permukaan air laut.

Kata kunci: Air Tanah, Kota Barat, Kualitas

ABSTRACT

Morphology of Kota Barat Subdistrict which is the largest sub-district in Gorontalo City is predominantly an alluvial plain directly adjacent to Limboto Lake in the west. The main objectives of the study were to determine the quality of groundwater in Kota Barat sub district based on physical and chemical parameters and to know the use of groundwater from the wells of residents. To achieve these objectives, two methods are used, namely field survey and laboratory analysis. The research approach applied consists of two, namely qualitative and quantitative analysis. The results showed that groundwater quality was dominated by 64% clear water conditions, 82% odorless, 92% tasteless and did not contain dissolved solids by 90-92%. For a chemical analysis of the content of arsenic, iron and nitrate as N in safe limits because it is still below the maximum level. The utilization of ground water from community wells is dominated by bathing, washing and latrines as much as 64%. The average height of the groundwater is 4.286 meters above sea level.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Phone:

+6285299961257
+6281241908133

Article History:

Submite 17 April 2019
Received in from 17 April 2019
Accepted 29 April 2019
Available online 30 April 2019

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



Keyword: Ground Water, Kota Barat, Quality

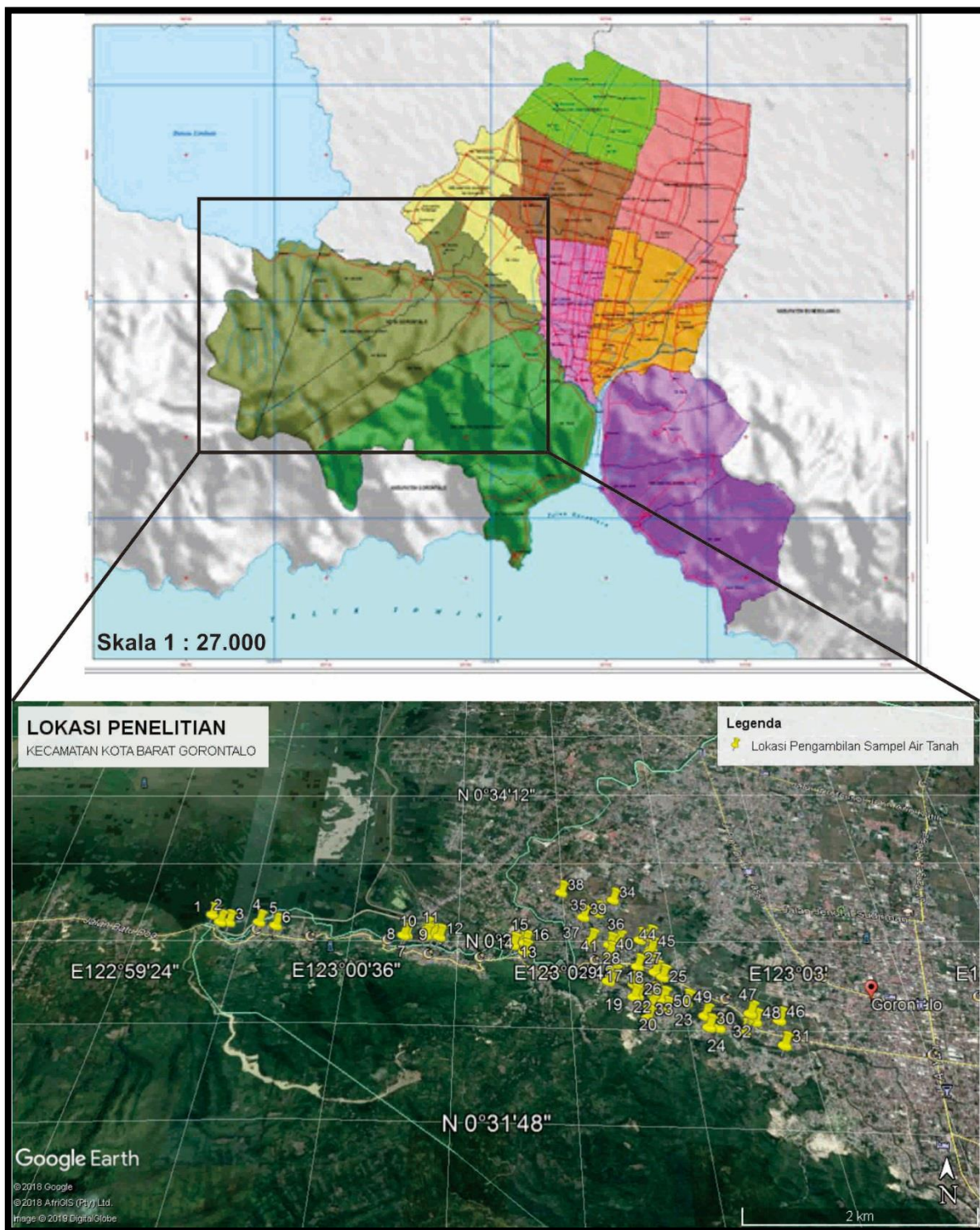
PENDAHULUAN

Air tanah merupakan sumber air yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia dan memenuhi persyaratan kegunaan yang berbeda yaitu untuk minum dan irigasi (Srinavas et al., 2015). Ketersedian air tanah lebih terjamin, lebih tahan dari bencana kekeringan dan lebih mudah diakses secara individu (Garrido et al., 2005; Heryani et al., 2014). Pemanfaatan air tanah sudah menjadi kebutuhan utama karena menjadi suplai utama kepada masyarakat selain air PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum). Salah satu contoh kongkrit kebutuhan air bersih tahun 2002 di JABODETABEK (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi) mencapai 1.549 juta m³/hari yang hanya bisa dipenuhi PDAM sebesar 339 juta m³/hari jadi sisa 1.210 juta m³/hari dari suplai air tanah (Samsuhadi., 2008). Di Kabupaten Sumenep, kebutuhan domestik air tanah mencapai 201.598,21 m³/hari sedangkan di Kota Semarang, industri sangat bergantung pada pemanfaatan air tanah dibandingkan air PDAM (Wahyudi., 2009; Volentino., 2013).

Kecamatan Kota Barat secara geografis terletak paling barat Kota Gorontalo yang berbatasan langsung dengan Danau Limboto. Kecamatan Kota Barat paling luas wilayahnya dari seluruh kecamatan yang ada mencapai 20,08 km² atau 25,41% dari luas Kota Gorontalo 79,03 km² (Perda RTRW., 2011). Ketinggian wilayahnya dari permukaan air laut 11 meter (BPN Kota Gorontalo., 2013). Kecamatan Kota Barat yang beribukota di Buladu ini dilalui Sungai Bolango yang memiliki panjang 11.000 meter (Bappeda Kota Gorontalo., 2013; BPN Kota Gorontalo., 2013). Kecamatan Kota Gorontalo terdiri dari 7 kelurahan, 22 RW dan 44 RT dengan jumlah penduduk 22.038 jiwa atau 11,57% dari total penduduk Kota Gorontalo 190.492 jiwa (Bappeda Kota Gorontalo., 2013; Perda RTRW., 2011; BPS Kota Gorontalo., 2014).

Geologi regional daerah Gorontalo didominasi oleh endapan aluvial di bagian tengah Cekungan Limboto, batugamping terumbu dan batugamping klastik serta batuan vulkanik (Bachri et al., 1997; Permana dan Eraku., 2017; Permana., 2018). Zona akuifer bebas di Kota Gorontalo berdasarkan pengukuran dengan metode geolistrik tahanan jenis terdapat pada kedalaman 1,3 - 62,3 meter pada endapan aluvial, batugamping, batulempung dan batupasir. Ketebalan akuifer 3–30 meter, muka air tanah kurang lebih 3 meter di atas permukaan laut. Analisis korelasi litologi sumur bor, akuifer bebas mempunyai kedalaman 2-9 meter di bawah muka tanah (Jusuf., 2015; Pranantya dan Rengganis., 2010).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka hipotesis yang bisa dibuat bahwa potensi air tanah di Kecamatan Kota Barat Gorontalo sangat besar dan merupakan air tanah dangkal sehingga bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari. Mengacu pada hipotesis maka disusun dua tujuan utama penelitian yakni mengetahui kualitas air tanah di Kecamatan Kota Barat berdasarkan parameter fisika dan kimia serta mengetahui pemanfaatan air tanah dari sumur warga.



Gambar 1. Lokasi penelitian Kecamatan Kota Barat Gorontalo (Anonim., 2019)

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian wilayah Kecamatan Kota Barat Kota Gorontalo. Koordinat geografi penelitian berada pada posisi 00°32'15,0"-00°33'24,4" Lintang Utara dan 122°59'47,0"-

123°02'51,5" Bujur Timur (Gambar 1). Lokasi penelitian berbatasan langsung dengan Danau Limboto yang berada di sebelah barat penelitian. Bahan dan material penelitian adalah sampel air tanah yang diambil dari sumur warga. Total ada 50 sampel air tanah dari 50 sumur warga. 50 sampel air tanah yang diambil sudah mewakili seluruh wilayah Kecamatan Kota Barat Gorontalo. Metode yang digunakan survei lapangan dan analisis laboratorium. Pendekatan penelitian terdiri dari dua yakni analisis secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis secara kualitatif mengamati kualitas air tanah berdasarkan parameter fisika seperti warna, bau, rasa dan keterdapatan endapan serta melakukan wawancara warga pemilik sumur. Untuk analisis kuantitatif yang dilakukan mengukur dan memplot koordinat, elevasi, kedalaman air tanah dan kandungan kimia air tanah. Analisis parameter fisika dan kimia air tanah sudah banyak dilakukan di berbagai tempat (Ambica et al., 2017; Castro et al., 2018; Herlambang., 1996; Madhav et al., 2018; Raju et al., 2011; Saleem et al., 2016; Srinivasa et al., 2015).

Setiap pengukuran didasarkan pada pembagian wilayah pada peta dasar daerah penelitian yang telah dibuat. Kemudian data dilanjutkan dengan analisa kuantitatif, pencatatan data lapangan dari 50 sumur warga diolah secara statistik. Hasil dari data dilanjutkan dengan pembuatan peta muka air tanah dengan menggunakan *software Surfer 10*. Pemanfaatan *software Surfer* untuk pembuatan peta pada berbagai bidang penelitian telah banyak digunakan (Donil., 2015; Fahmi et al., 2014; Handoko et al., 2014; Nugroho dan Yarianto., 2010; Seha et al., 2016; Sofiyani et al., 2012; Widiyati et al., 2010). Sampel air tanah yang dimanfaatkan untuk konsumsi air minum dianalisis secara kimia kandungan arsen, besi dan nitrat di laboratorium kualitas air Dinas Kesehatan Kabupaten Gorontalo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dari survei lapangan berupa pengamatan parameter fisika terhadap kualitas air tanah yang diambil dari 50 sumur warga bervariasi. Untuk parameter fisika warna sampel air tanah dapat digolongkan ke dalam lima kondisi warna (Tabel 1). Dominan kondisi sampel air tanah jernih atau tidak berwarna sebanyak 32 sampel sekitar 64% dari total sampel. Kemudian disusul kondisi sampel air berwarna agak kuning sebanyak 14 sampel atau 28% diikuti kondisi sampel air berwarna kuning ada 2 sampel atau 4%. Terakhir kondisi sampel berwarna kuning kemerahan dan coklat masing-masing 1 sampel atau 2%.

Tabel 1. Distribusi Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika Warna

No	Kondisi Sampel Air	Jumlah Sampel Air	Persen (%)
1.	Jernih (Tidak Berwarna)	32	64
2.	Agak Kuning	14	28
3.	Kuning	2	4
4.	Kuning Kemerahan	1	2
5.	Coklat	1	2
	Jumlah	50	100

Hasil pengamatan parameter fisika untuk bau pada 50 sampel air tanah dibagi ke dalam tiga kondisi (Tabel 2). Kondisi sampel air tanah didominasi tidak berbau totalnya 41 sampel atau 82% kemudian disusul kondisi sampel air berbau lumpur sebanyak 7 sampel atau 14% dan terakhir kondisi sampel air berbau logam (karat) sebanyak 2 sampel atau 4%.

Tabel 2. Distribusi Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika Bau

No	Kondisi Sampel Air	Jumlah Sampel Air	Persen (%)
1.	Tidak Berbau	41	82
2.	Bau Lumpur	7	14
3.	Bau Logam (Karat Besi)	2	4
	Jumlah	50	100

Distribusi hasil pengamatan parameter fisika untuk rasa digolongkan menjadi empat golongan (Tabel 3). Golongan yang umum yakni sampel air tidak berasa sebanyak 46% atau 92%, diikuti golongan sampel air berasa asin sebanyak 2 sampel atau 4% dan terakhir golongan sampel air berasa logam dan berasa kapur yang masing-masing sebanyak 1 sampel atau 2%.

Tabel 3. Distribusi Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika Rasa

No	Kondisi Sampel Air	Jumlah Sampel Air	Persen (%)
1.	Tidak Berasa (Tawar)	46	92
2.	Rasa Asin	2	4
3.	Rasa Logam (Karat Besi)	1	2
4.	Rasa Kapur	1	2
	Jumlah	50	100

Distribusi kualitas sampel air tanah dari hasil pengamatan parameter fisika berupa kandungan endapan atau zat endapan terlarut terbagi menjadi dua kali pengamatan. Pengamatan pertama pada saat sampel air diambil langsung dari sumur dan pengamatan kedua yakni setelah sampel air didiamkan selama 1 x 24 jam (sehari). Distribusi hasil pengamatan kualitas sampel air tanah berdasarkan zat endapan terlarut pada pengamatan pertama dibagi menjadi dua kelompok (Tabel 4). Dominan sampel air tidak ada endapan sebanyak 47 sampel atau 94% sedangkan yang mengandung endapan hanya 3 sampel atau 6%.

Tabel 4. Distribusi Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Berdasarkan Parameter Kandungan Endapan atau Zat Padatan Terlarut (Saat Pengambilan Langsung dari Sumur)

No	Kondisi Sampel Air	Jumlah Sampel Air	Persen (%)
1.	Tidak Ada Endapan	47	94
2.	Mengandung Endapan	3	6
	Jumlah	50	100

Distribusi hasil pengamatan kualitas sampel air tanah berdasarkan zat endapan terlarut pada pengamatan kedua (setelah didiamkan sehari) juga dibagi menjadi dua kelompok (Tabel 5). Dominan sampel air tidak ada endapan sebanyak 45 sampel atau 90% sedangkan yang mengandung endapan hanya 5 sampel atau 10%.

Tabel 5. Distribusi Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Berdasarkan Parameter Kandungan Endapan atau Zat Padatan Terlarut (Setelah 1 x 24 Jam)

No	Kondisi Sampel Air	Jumlah Sampel Air	Persen (%)
1.	Tidak Ada Endapan	45	90
2.	Mengandung Endapan	5	10
	Jumlah	50	100

Analisis kualitas sampel air tanah yang diambil di 50 sumur warga tidak hanya diamati berdasarkan parameter fisika seperti warna, bau, rasa dan zat padatan terlarut tetapi juga

dilakukan analisis kimia terkandung kandungan zat kimia berbahaya. Sampel air tanah yang diambil untuk dilakukan analisis kimia yakni sumur warga yang dikonsumsi sehari-hari seperti air minum dan memasak selain untuk MCK. Analisis kimia dilakukan pada sampel air tanah pada lokasi pengamatan 6. Analisis kimia difokuskan pada kandungan tiga senyawa kimia yakni arsen, besi dan nitrat sebagai N. Hasil analisis kimia terhadap sampel air tanah pada lokasi pengamatan 6 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Distribusi Hasil Analisis Kimia Sampel Air Tanah di Lokasi Pengamatan 6

No	Parameter Kimia	Satuan	Kadar Maksimum	Jumlah
1.	Arsen	Mg/Liter	0,05	0
2.	Besi	Mg/Liter	0,3	0,02
3.	Nitrat Sebagai N	Mg/Liter	50	1,2

Pembahasan dari hasil pengamatan parameter fisika dan kimia menunjukkan bahwa sampel air tanah di lokasi penelitian Kecamatan Kota Barat Gorontalo umumnya layak memenuhi standar air bersih untuk kebutuhan mandi, cuci dan kakus (MCK) (Permenkes RI., 1990). Karena untuk parameter warna dominan jernih sebanyak 64%, sampel juga dominan tidak berbau mencapai 82% dan umumnya sampel tidak berasa sebanyak 92%. Begitu halnya dengan parameter zat padatan terlarut meski terjadi perubahan jumlah sampel yang tidak mengendap dari pengamatan pertama 94% menjadi 90% pada pengamatan kedua namun masih banyak sampel tidak ada endapan. Khusus untuk menjaga keamanan dalam mengkonsumsi sampel air tanah dari hasil analisis kimia pada laboratorium Dinas Kesehatan Kabupaten Gorontalo kandungan arsen masih aman karena jumlahnya 0 Mg/liter dari kadar maksimum 0,05 Mg/liter. Hal serupa juga pada kandungan besi hanya 0,02 Mg/liter dari kadar maksimum 0,3 Mg/liter dan kandungan nitrat sebagai N juga masih aman hanya 1,2 Mg/liter dari kadar maksimum 50 Mg/liter.



Gambar 2. Pengambilan sampel air tanah dari sumur warga dan wawancara warga pemilik sumur

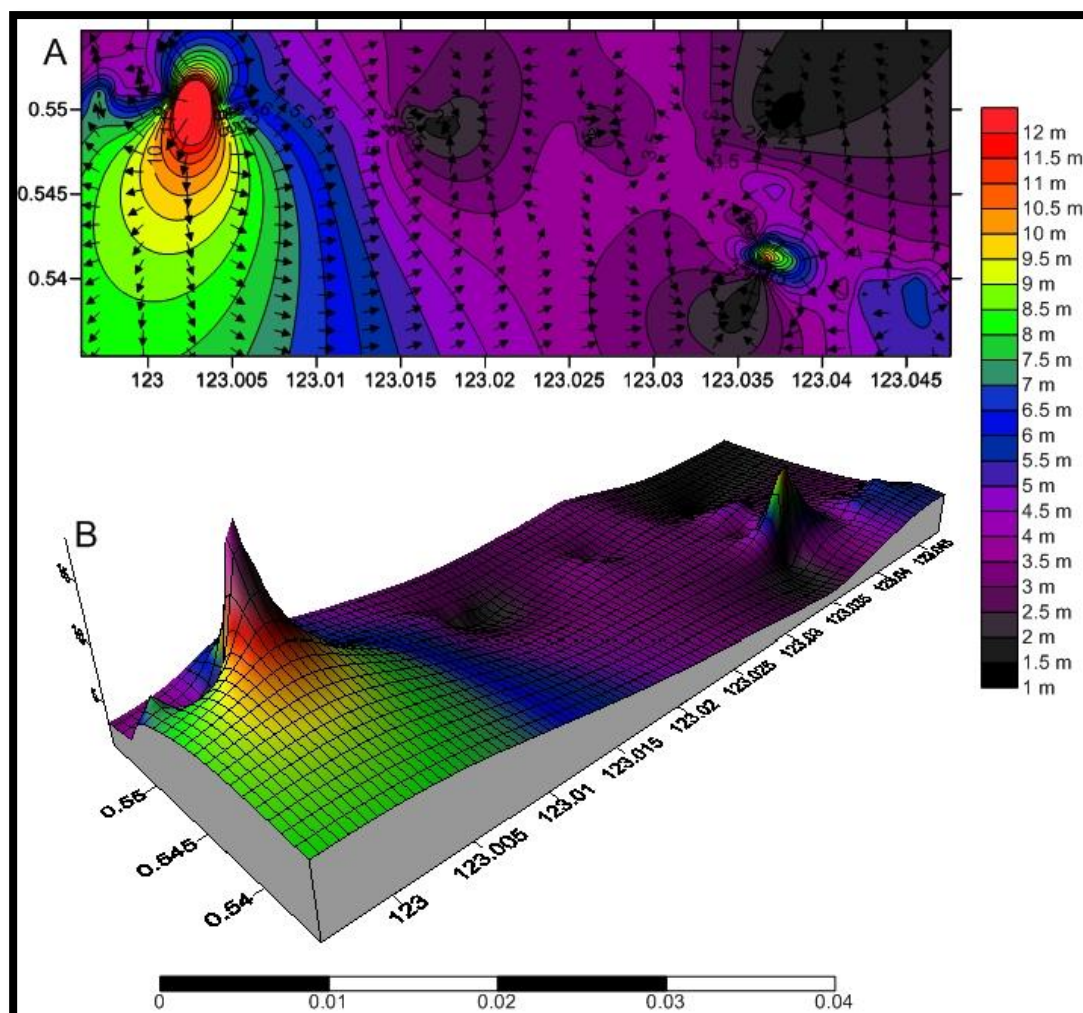
Pembahasan untuk pemanfaatan air tanah dari hasil pengamatan langsung pada saat survei lapangan dan wawancara warga pemilik sumur ternyata warga memanfaatkan air tanah untuk berbagai aktivitas (Gambar 2). Distribusi jenis pemanfaatan air tanah pada 50 sumur warga dapat dikelompokkan menjadi enam kelompok. Dominan warga memanfaatkan air tanah dari sumur untuk MCK sebanyak 32 sumur atau 64% kemudian kelompok warga yang memanfaatkan untuk air minum dan MCK sebanyak 13 sumur atau 26% dan diikuti untuk



penyiram usaha tambang kapur atau gamping sebanyak 2 sumur atau 4%. Tiga kelompok warga memanfaatkan untuk MCK dan usaha cuci mobil, hanya untuk mencuci baju dan menyiram tanaman masing-masing 1 sumur atau 2%.

Tabel 7. Distribusi Jenis Pemanfaatan Air Tanah pada Sumur Warga

No	Pemanfaatan Air Tanah	Jumlah	Persen (%)
1.	MCK	32	64
2.	Air Minum dan MCK	13	26
3.	Siram Usaha Kapur/Gamping	2	4
4.	MCK dan Usaha Cuci Mobil	1	2
5.	Mencuci	1	2
6.	Siram Tanaman	1	2
	Jumlah	50	100



Gambar 3. Peta pola aliran air tanah berdasarkan analisis kuantitatif dari pengolahan data pengukuran di lapangan berupa data muka air tanah dan elevasi, (A) Pola aliran air tanah, (B) Profil tiga dimensi muka air tanah

Hasil pengukuran di lapangan posisi sumur warga menggunakan GPS sehingga diketahui koordinat geografis dari 50 sumur warga dan ketinggian posisi sumur warga dari muka air laut. Selain itu pada saat melakukan survei lapangan juga dilakukan pengukuran

kedalaman masing-masing sumur warga sehingga didapat kedalaman seluruh sumur warga. Hasil pengukuran elevasi dan kedalaman setiap sumur warga dikonversi sehingga diketahui muka air tanah setiap sumur warga sehingga datanya dapat digunakan atau diolah menjadi peta bawah permukaan dengan program *software Surfer 10* (Gambar 3). Berdasarkan Gambar 3 maka dapat diketahui ketinggian rata-rata elevasi posisi sumur warga adalah 7,34 meter di atas permukaan air laut. Ketinggian rata-rata muka air tanah adalah 4,286 meter di atas permukaan air laut dengan ketinggian muka air tanah tertinggi 11,8 meter di atas permukaan air laut dan terendah pada posisi muka air tanah 1,2 meter di atas permukaan air laut. Arah pola aliran air tanah menuju posisi morfologi muka air tanah terendah berarah barat ke timur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian potensi air tanah Kecamatan Kota Barat Gorontalo berdasarkan kualitas dan pemanfaatannya dapat ditarik beberapa kesimpulan penting, antara lain:

1. Kualitas air tanah berdasarkan parameter warna dominan jernih sebanyak 32 sampel atau 64%.
2. Kualitas air tanah berdasarkan parameter bau ternyata dominan tidak berbau mencapai 41 sampel atau 82%.
3. Kualitas air tanah berdasarkan parameter rasa, dominan sampel tidak berasa sebanyak 46 sampel atau 92%.
4. Kualitas air tanah berdasarkan parameter zat padatan terlarut terjadi perubahan hasil dimana 2 sampel berubah mengandung endapan. Pengamatan pertama 47 sampel atau 94% tidak mengandung zat padatan terlarut ternyata setelah didiamkan sehari hanya tersisa 45 sampel atau 90% yang tidak mengandung zat padatan terlarut.
5. Hasil analisis kimia kandungan arsen, besi dan nitrat sebagai N di laboratorium menunjukkan kandungan aman karena masih dibawah kadar maksimum yang diijinkan Permenkes RI.
6. Pemanfaatan air tanah dari sumur warga didominasi untuk MCK sebanyak 32 sumur atau 64%.
7. Ketinggian rata-rata elevasi posisi sumur warga adalah 7,34 meter di atas permukaan air laut sedangkan ketinggian rata-rata muka air tanah adalah 4,286 meter di atas permukaan air laut.

PUSTAKA

- Ambica, A., Saritha, B., and Changring, G. 2017. *Analysis of Groundwater Quality in and Around Tambaram Taluk, Kancheepuram District*. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), 8 (8), 1362–1369.
- Anonim., 2019, *Ikhtisar aplikasi Google Earth*, 2019. Diakses tanggal 8 Februari 2019.
- Bachri, S., Partoyo, E., Bawono, S.S., Sukarna, D., Surono dan Supandjono, J.B. 1997. *Geologi Daerah Gorontalo, Sulawesi Utara*. Kumpulan Makalah Hasil Penelitian dan Pemetaan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1996/1997, 18-30.
- Bappeda Kota Gorontalo., 2013. *Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Gorontalo*.
- BPN Kota Gorontalo., 2013. *Badan Pertanahan Nasional Kota Gorontalo*.
- BPS Kota Gorontalo. 2014. *Badan Pusat Statistik Kota Gorontalo dalam angka 2014*.
- Castro, R.P., Pacheco, J., Avila, Ming Ye., and Sansores, A.C. 2018. *Groundwater Quality: Analysis of Its Temporal and Spatial Variability in a Karst Aquifer*. Groundwater, 56 (1), 62–72.

- Donil, N, S. 2015. *Kemampuan lahan Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh Menggunakan Metode Deskriptif dengan Surfer 9*. Jurnal Nasional Ecopedon, 2 (2), 41-45.
- Fahmi, K., Indrayanti, E., dan Setyawan, W.B. 2014. *Kajian Arus dan Batimetri di Perairan Pesisir Bengkulu*. Jurnal Oseanografi, 3 (4), 549 – 559.
- Garrido, A., P. M. Santos, M. R. And Llamas. 2005. *Groundwater Irrigation and Its Implications for Water Policy in Semiarid Countries: The Spanish Experience*. Hydrogeology Journal. DOI 10.1007/s10040-005-0006-z.
- Handoko, A.W., Darsono dan Darmanto. 2016. *Aplikasi Metode Self Potential Untuk Pemetaan Sebaran Lindi di Wilayah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo Surakarta*. Indonesian Journal of Applied Physics, 13-22.
- Herlambang, A. 1996. *Kualitas Air Tanah Dangkal di Kabupaten Bekasi*, Bogor : Pascasarjana IPB.
- Heryani, N., Kartiwi, B., dan Sosiawan, H. 2014. *Pemetaan Potensi Air Tanah untuk Mendukung Pengembangan Pertanian Lahan Kering*. Jurnal Sumberdaya Lahan, 8 (2), 95-106.
- Jusuf, A, S. 2015. *Geologi dan Pemetaan Cekungan Air Tanah Kota Gorontalo dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis*. Referat. https://datenpdf.com/download/geologi-dan-pemetaan-cekungan-air-tanah-kota_pdf.
- Madhav, S., Ahamad, A., Kumar, A., Kushawaha, J., Singh, P., and Mishra, P.K. 2018. *Geochemical Assessment of Groundwater Quality for Its Suitability for Drinking and Irrigation Purpose in Rural Areas of Sant Ravidas Nagar (Bhadohi), Uttar Pradesh*. Geology, Ecology, and Landscapes, 2 (2), 127–136.
- Nugroho, A., dan Yarianto, S.B.S. 2010. *Pembuatan Peta Digital Topografi Pulau Panjang, Banten menggunakan ArcGIS 9.2 dan surfer 8*. Jurnal Pengembangan Energi Nuklir, 12 (1), 38-45.
- Perda RTRW. 2011. *Pemkot Kota Gorontalo*, perda RTRW nomer 40.
- Permana, A. P., dan Eraku, S. S. 2017. *Analisis Stratigrafi Daerah Tanjung Kramat Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo*, Jurnal Geomine, 5 (1), 1-6.
- Permana, A.P. 2018. *Potensi Batugamping Terumbu Gorontalo Sebagai Bahan Galian Industri Berdasarkan Analisis Geokimia XRF*, Jurnal Enviroscentea, 14 (3), 174-179.
- Permenkes RI. 1990, *Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Peraturan Menteri Kesehatan No : 416/MEN.KES/PER/IX/1990. Tanggal 3 September 1990, Jakarta.
- Pranantya, P.A., dan Rengganis, H. 2010. *Interprestasi Geohidrologi Untuk Penentuan Sistem Cekungan Air Tanah Limboto-Gorontalo*. Jurnal Teknik Hidraulik, 6 (2), 95–192.
- Raju, N.J., Shukla, U.K., and Ram, P. 2011. *Hydrogeochemistry for the Assessment of Groundwater Quality in Varanasi: A Fast-Urbanizing Center in Uttar Pradesh, India*. Environmental Monitoring and Assessment, 173, 279–300.
- Saleem, M., Hussain, A., and Mahmood, G. 2016. *Analysis of Groundwater Quality Using Water Quality Index: A Case Study of Greater Noida (Region), Uttar Pradesh (U.P), India*. Cogent Engineering (3), 1-11.
- Samsuhadi. 2009. *Pemanfaatan Air Tanah*. JAI, 5 (1), 9-22.
- Sehah., Aziz, A. N., dan Raharjo, S.A. 2016. *Pengembangan Model Pelatihan Pembuatan Peta Kontur Topografi Untuk Mengidentifikasi Dini Zona-Zona Rawan Bencana Longsor di Kabupaten Banjarnegara*. JRKPF UAD, 3 (2), 67-73.
- Sofiyani, I., Taofiqurrahman, A., Purba, N.P., dan Salahudin, M. 2012. *Analisis Perubahan Geomorfologi Dasar Laut Akibat Penambangan Pasir Laut di Perairan Timur Pulau Karimun Besar Provinsi Kepulauan Riau*. Jurnal Perikanan dan Kelautan, 3(4), 327-336.
- Srinivasa, R., Bhakara, P., and Singha, A. P. 2015. *Groundwater Quality Assessment in some selected area of Rajasthan, India Using Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Tool*. Aquatic Procedia, (4), 1023–1030.

- Volentino, D. 2013. *Kajian Pengawasan Pemanfaatan Sumberdaya Air Tanah di Kawasan Industri Kota Semarang*. Jurnal Wilayah dan Lingkungan, 1 (3), 265-274.
- Wahyudin, H. 2009. *Kondisi dan Potensi Dampak Pemanfaatan Air Tanah di Kabupaten Sumenep*. Jurnal Aplikasi, 6 (1), 21-28.
- Widiyati, S., Usman, D. N., Sriyanti., Ashari, Y., dan Suherman. 2010. *Penerapan Program Aplikasi Surfer di Bidang Pertambangan*. Mimbar, 26 (1), 43-58.