

PEMODELAN KUALITAS AIR TANAH OLEH AIR LIMBAH DOMESTIK MENGUNAKAN ARCGIS DI DESA KERTALANGU

Rakyan Agung Gde Mahayana¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta
Email: rakyanagung2014@gmail.com

ABSTRACT

The community living in Kesiman Kertalangu Village, East Denpasar, Denpasar City, Bali, has a few open shallow wells at home. Well water is used for daily activities such as washing, washing vehicles, and watering plants. The main source of water is groundwater, which is found in rocks below the earth's surface. The availability and movement of groundwater depends on the geological conditions of the area. Groundwater that is used as a source of community life must meet good water quality, so the purpose of this study was to determine the condition of groundwater during the study. The samples used for groundwater testing were 30 wells spread across this village. The methods used were interviews with the local community, field testing of well water samples (smell and temperature tests), laboratory tests (pH, TSS, TDS, DHL and microbiology) and modeling analysis of all research data results using the ARCGIS application. The research results obtained were field tests such as odor tests and temperature tests that passed the clean water requirements because they met the standards set by the Ministry of Health. laboratory tests such as the TDS, TSS and DHL tests have met the requirements as clean water because the number of solid particles dissolved in water and gas is below the specified limits, and the amount of suspended solids in water is also below the limits. Microbiological test results showed that several points were quite polluted by E.Coli and Total Coliform bacteria caused by the distance between the well points and the septic tank in people's homes.

Keywords: Groundwater, ARCGIS Modeling, Water Quality

ABSTRAK

Masyarakat yang tinggal di Desa Kesiman Kertalangu, Denpasar Timur, Kota Denpasar, Bali, memiliki sedikit sumur dangkal terbuka di rumah. Air sumur digunakan untuk kegiatan sehari-hari seperti mencuci, mencuci kendaraan, dan menyiram tanaman. Sumber utama air adalah air tanah yang terdapat dalam batuan di bawah permukaan bumi. Ketersediaan dan pergerakan air tanah bergantung pada kondisi geologi daerah tersebut. Air tanah yang dimanfaatkan untuk sumber kehidupan masyarakat ini harus memenuhi kualitas air yang baik, sehingga tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi air tanah pada penelitian. Sampel yang digunakan untuk uji air tanah adalah 30 sumur yang tersebar pada desa ini. Metode yang digunakan adalah wawancara masyarakat sekitar, pengujian sampel air sumur secara lapang (uji bau dan temperature), uji laboratorium (pH, TSS, TDS, DHL dan mikrobiologi) serta melakukan analisa permodelan semua hasil data penelitian menggunakan aplikasi ARCGIS. Hasil penelitian yang diperoleh adalah Uji lapangan seperti uji bau dan uji suhu dinyatakan lolos persyaratan air bersih karena memenuhi standar yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan. pengujian di laboratorium seperti Uji TDS, TSS, dan DHL telah memenuhi syarat sebagai air bersih dikarenakan jumlah partikel padat yang larut dalam air dan gas berada di bawah batasan yang ditentukan, serta jumlah padatan tersuspensi dalam air berada juga di bawah Batasan. Hasil pengujian Mikrobiologi menunjukkan beberapa titik yang cukup tercemar oleh bakteri *E.Coli* dan *Total Coliform* yang disebabkan oleh jarak antara titik sumur dengan *septic tank* pada rumah penduduk.

Kata kunci: Air Tanah, Kualitas Air, Pemodelan ARCGIS

1. PENDAHULUAN

Desa Kesiman Kertalangu merupakan salah satu Desa yang berada di kecamatan Denpasar Timur, Kota Denpasar, Provinsi Bali, Indonesia. Desa ini memiliki luas wilayah 3,80 km² dengan jumlah penduduk 18.794 jiwa. Desa Kesiman Kertalangu berjarak sekitar 3 km dari Kota Denpasar. Kondisi topografi Desa Kesiman Kertalangu melingkupi dataran tinggi dengan ketinggian 0 sampai dengan 75 meter di atas permukaan laut. Sedangkan bagian

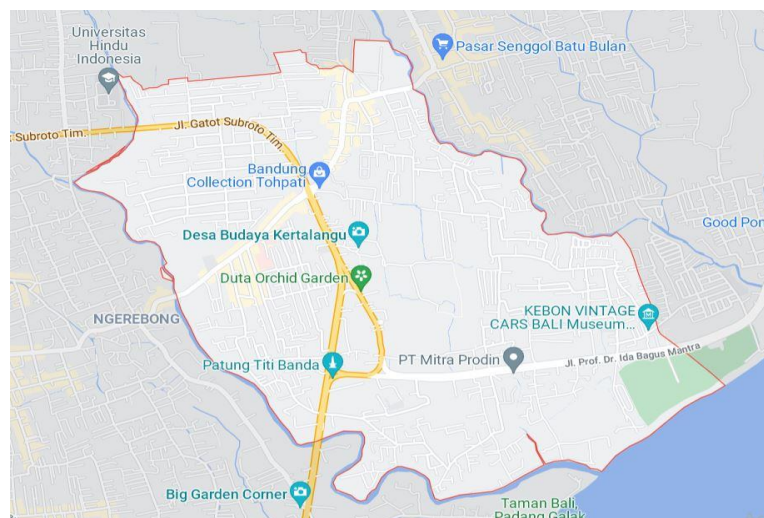
Tengah berada di ketinggian antara 100 sampai dengan 500-meter dan pada bagian Selatan merupakan pesisir dataran rendah atau daerah pantai dengan ketinggian antara 0 sampai 100 meter di atas permukaan laut.

Beberapa masyarakat Desa ada yang sudah menggunakan PDAM sebagai sumber air baku, akan tetapi juga masih ada yang menggunakan air sumur. Adapun masyarakat yang menggunakan Sungai Ayung yang merupakan Sungai Terdekat. Sungai ini juga terjadi pencemaran dikarenakan banyaknya sampah di sekitar Sungai Tersebut, serta limbah domestik yang menyebabkan penurunan kualitas air. Beberapa masyarakat sekitar juga memiliki usaha warung makan dan ternak Ikan Lele yang dimana limbah tersebut dibuang ke parit atau selokan lalu mengalir ke sungai, ada juga yang memiliki instalasi pengolahan sendiri

Di desa ini hanya sedikit masyarakat yang memiliki sumur dangkal terbuka di rumah. Air sumur yang ada di rumah masyarakat masih dapat diakses dan digunakan untuk kegiatan sehari-hari seperti mencuci baju dan piring, mencuci kendaraan maupun menyiram tanaman. Jenis sumur yang dipakai masyarakat ada 3 macam, yaitu Sumur Dalam, Sumur Gali dengan Pipa dan Sumur dangkal. Untuk ukuran sumur di Desa ini beragam, ada yang memiliki ukuran 3 Meter, untuk Sumur dalam ada yang memiliki ukuran 70 Meter. Penggunaan air sumur juga beragam, seperti 650-liter yang di pakai untuk 3 orang, dan yang lebih besar yaitu 3000 liter dengan kapasitas 7 orang. Permasalahan utama yang didapat di masyarakat adalah Air yang berwarna keruh tetapi tidak berbau, Kadar logam mangan yang tinggi, serta kering saat musim kemarau. Logam mangan yang dimaksud adalah logam yang terdapat di bawah tanah lalu melarut di Air Tanah Tersebut

2. METODE

Studi permodelan ini dilakukan di Desa Kesiman Kertalangu, Kecamatan Denpasar Timur, Kota Denpasar yang memiliki luas 3,80 km² dengan memantau beberapa air sumur yang ada di rumah masing-masing masyarakat. Setelah itu diambil sebanyak 30 titik sumur agar hasil yang didapatkan lebih akurat.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
(Sumber : *Google Maps*)

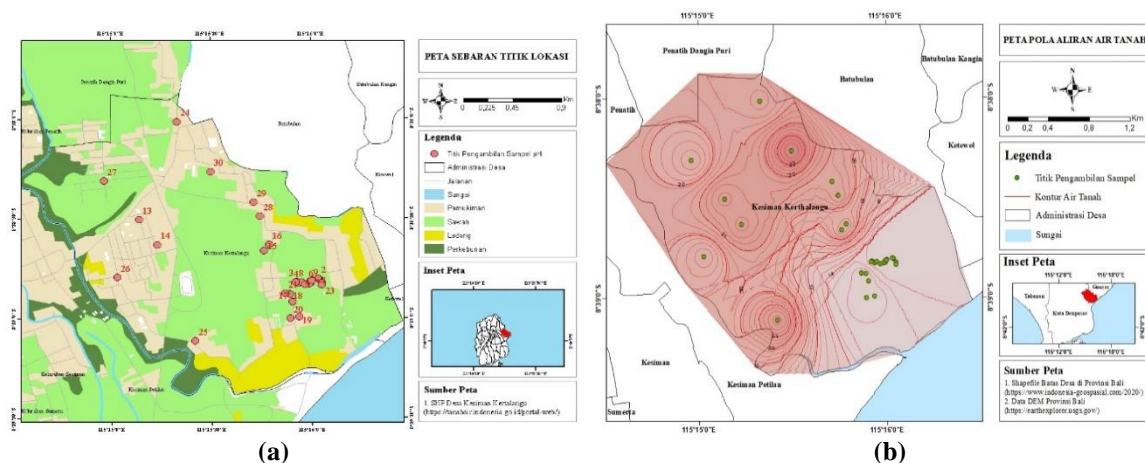
Prosedur Penelitian ini juga terdapat langkah-langkah, diantaranya adalah persiapan Alat. Alat yang di perlukan yaitu meteran dan Aplikasi di *SmartPhone* untuk menentukan koordinat sumur. Selanjutnya ada Pengamatan. Pengamatan sampel air Tanah dilakukan pada setiap sumur-sumur penduduk dengan menggunakan Aplikasi untuk mengukur koordinat x dan y pada setiap titik sumur, Selanjutnya ada Wawancara dengan penduduk. Wawancara dilakukan dengan warga yang sumurnya diukur untuk mendapatkan informasi tentang kondisi sumur pada musim kemarau dan pemanfaatan air sumur di lokasi penelitian. Data-data yang dikumpulkan dalam wawancara ini adalah Permasalahan yang di dapat pada air sumur, jenis sumur yang dipakai oleh masyarakat, Panjang pipa yang dipasang untuk mendapatkan Air Sumur, serta Lewat apa Air Limbah Domestik dari rumah dibuang. Setelah wawancara ada Pengumpulan Data dan Entri Data. Hasil pengukuran lapangan dikumpulkan dan data dimasukkan ke dalam *Microsoft Excel*. Data atau bahan yang diperlukan sebelum analisis GIS adalah peta jalan Google kabupaten Denpasar timur, peta DEM kota Denpasar dan peta batas kecamatan Denpasar Timur. Peta DEM ini menampilkan informasi mengenai ketinggian bumi secara digital. Terakhir ada pengolahan dan analisis data. Data tersebut akan diolah menggunakan

GIS berupa *output* peta kontur air tanah dan pola aliran air tanah. Untuk data primer seperti uji Ph, uji warna, uji bau, dan uji bakteri yang di lakukan di laboratorium menggunakan jerigen jenis 2 L dan botol steril.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini ruang lingkup penelitian dilakukan di air tanah yaitu Desa Kesiman Kertalangu Kecamatan Denpasar Timur Kota Denpasar. Studi penelitian dilakukan di 30 lokasi air sumur. Selain data koordinat, juga ada data sekunder berupa peta *Google Street* serta batas desa dari Desa Kesiman Kertalangu yang nanti nya akan di *overlay*-kan dengan data koordinat dan elevasi tanah. Sebelumnya, 30 sampel air sumur diuji di lapangan dan di laboratorium. Dalam uji lapangan terdapat uji bau dan temperature dimana kedua uji tersebut telah memenuhi syarat sebagai air bersih. Sementara untuk uji laboratorium terdiri dari uji pH, TSS, TDS, DHL dan Uji mikrobiologi. Dari ke empat uji tersebut sudah memenuhi syarat sebagai air bersih, sementara pada uji mikrobiologi terdapat beberapa 7 titik yang belum memenuhi syarat atau tercemar oleh bakteri.

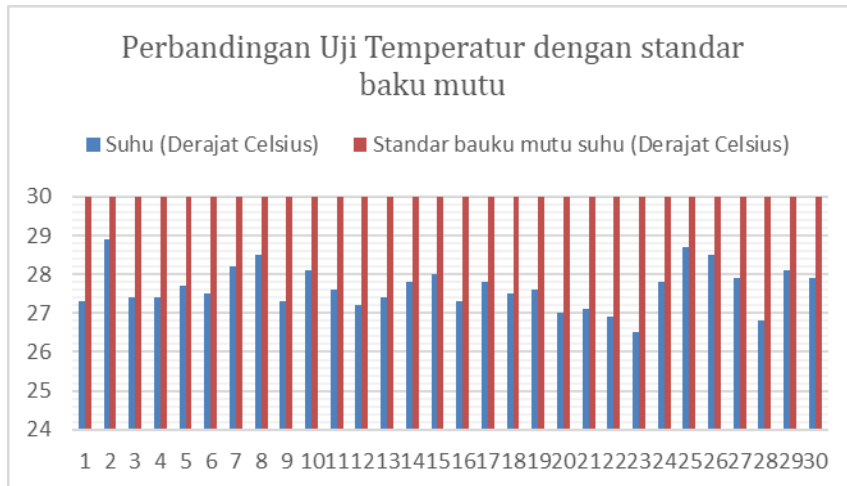
Masyarakat Kesiman Kertalangu bagian timur masih menggunakan Air Sumur. Sumur dalam adalah sumur yang dapat digunakan sebagai sumber air bersih. Sumber sumur dalam adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah dan tersaring secara alami melalui lapisan kerak bumi. Terjadi intrusi pada bagian timur dikarenakan berada dekat dengan Pantai, bisa terjadi adanya pengaruh dari air laut, ini dikarenakan garam akan meningkatkan kadar salinitas yang akan berdampak pada mikroorganisme. Selain intrusi air laut, ada beberapa kasus yang terjadi pada rumah warga, khususnya pada *Septic Tank* yang terdapat banyak anggota keluarga dalam satu rumah. Pembangunan *septic tank* yang tidak sesuai dan tidak memenuhi persyaratan mampu berakibat *septic tank* tersebut mengalami kebocoran sehingga mampu mencemari air tanah pada lingkungan sekitar (Nazar et al., 2010). Selain struktur bangunan *septic tank* yang harus diperhatikan, banyaknya anggota keluarga atau jumlah pengguna *septic tank* harus diperhitungkan dalam pembuatan *septic tank*. Gambar Peta sebaran titik pengukuran sampel berupa sumur dan peta pola aliran air ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. (a) Peta sebaran Titik Pengukuran Sumur ; (b) Peta Pola Aliran Air metode TIN

Uji Temperatur

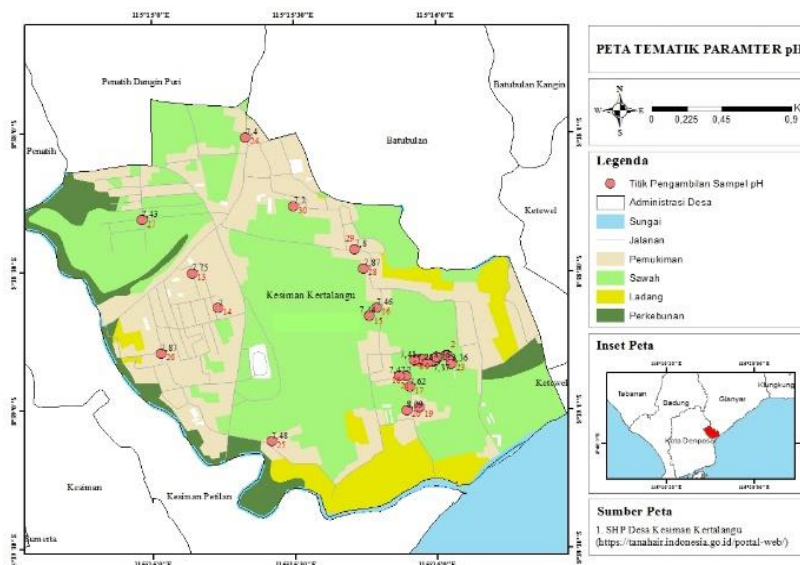
Sesuai hasil uji yang didapat langsung dari lapangan, terdapat suhu yang tertinggi, yakni 28.9°C yang terdapat pada titik atau sampel ke 2. Untuk yang terendah yakni 26.5°C berada di titik atau sampel ke 23. Sementara untuk sampel-sampel yang lain berada di antara kedua sampel tersebut sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI NO: 492/MENKES/PER/IV/2010 nilai parameter yang memenuhi standar yang diperbolehkan adalah 26° sampai dengan 29°C, sehingga bisa ditarik bahwa ke tiga puluh sampel memiliki temperature normal dan telah memenuhi syarat dari standar air bersih. Hasil Uji Temperatur dtunjukkan melalui Gambar 3 di bawah.



Gambar 3. Grafik temperature dengan standar baku mutu

Uji Derajat Keasaman (pH)

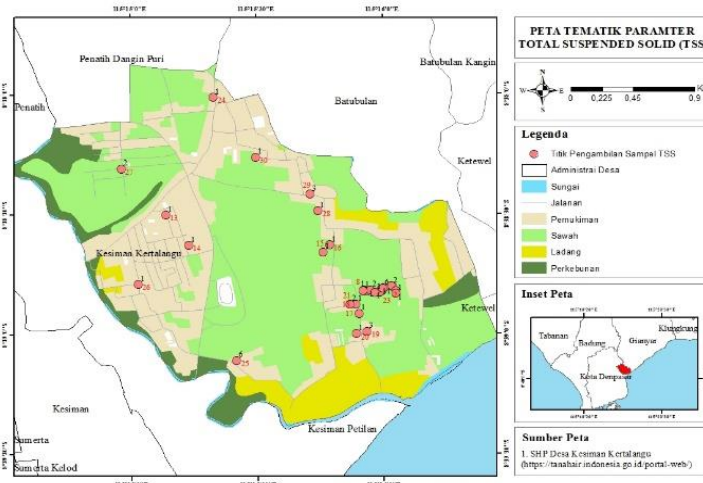
Uji pH merupakan salah satu kriteria kualitas air bersih. Menurut peraturan Menteri Kesehatan RI NO: 492/MENKES/PER/IV/2010, nilai pH yang sesuai dengan baku mutu air murni adalah 6,5-8,5. Grafik 4.2 di bawah ini menunjukkan bahwa pH rata-rata dari ketiga sampel kelompok air memenuhi baku mutu yang ditetapkan pemerintah, yaitu berkisar antara 6,5 sampai 8,5. Skor tertinggi ada pada poin 22 dan 23 dengan nilai 8,36. Sedangkan nilai terendah ada pada poin 14 dan 18 dengan nilai 7. Sebaran pH pada lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Sebaran kandungan pH lokasi penelitian

Uji TSS

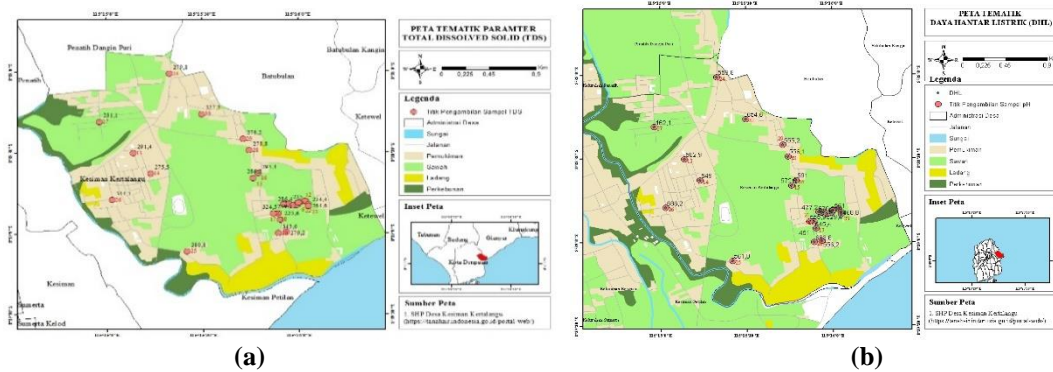
Berdasarkan peraturan Menkes RI NO: 492/MENKES/PER/IV/2010 Konsentrasi TSS sesuai dengan baku mutu 500 mg/l untuk air bersih dan 500 mg/l untuk air minum. Berdasarkan peraturan tersebut, sampel dari 30 sumur masih tergolong normal dan memenuhi syarat air bersih. Hasil pengamatan uji TSS ditunjukkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Sebaran kandungan TSS lokasi penelitian

Uji TDS dan DHL

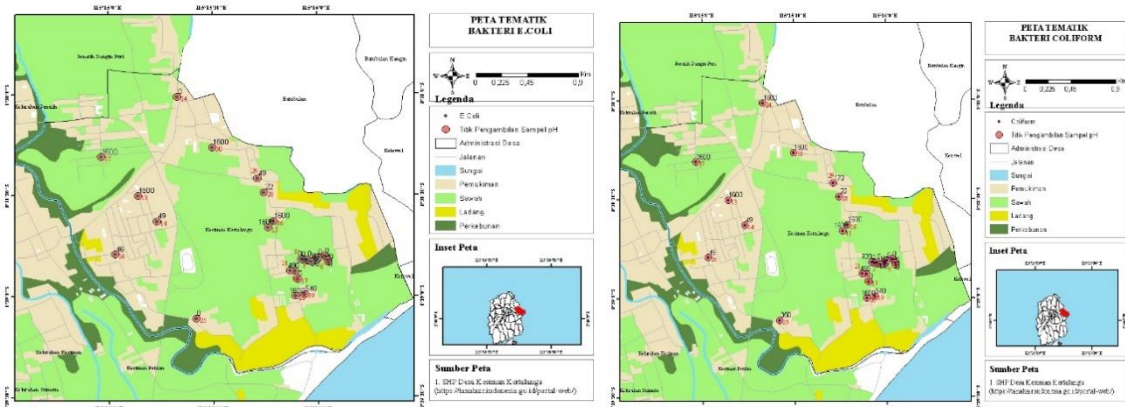
Nilai tertinggi TDS terdapat pada lokasi atau titik ke 20 yakni 343,6 mg/l. Sementara untuk nilai terendah berada di titik lokasi ke 17 yakni 225,6 mg/l. Berdasarkan peraturan Menkes RI NO: 492/MENKES/PER/IV/2010 kandungan TDS yang memenuhi standar air bersih dengan baku mutu maksimal 500 mg/l dan untuk air minum 500 mg/l. Sesuai peraturan tersebut maka disimpulkan ke 30 sumber lokasi tergolong normal dan memenuhi standar baku mutu air bersih. nilai tertinggi terletak di titik lokasi ke 26 yakni 686,2 μ S/cm. Sementara Menurut WHO, nilai maksimum DHL yang diperbolehkan untuk air minum adalah 1.000 μ S/cm (Abdelshafy et al, 2019). Sehingga dapat disimpulkan bahwa ke 30 titik lokasi air bersih masih memenuhi standar sebagai air bersih.



Gambar 6. (a) Sebaran kandungan TDS lokasi penelitian ; (b) Sebaran kandungan DHL lokasi penelitian

Uji Mikrobiologi

Dalam uji mikrobiologi, terdapat 2 (dua) jenis uji yang mengacu pada Peraturan MENKES 32 Tahun 2017, yakni Uji *E. coli* dan *Total Coliform*. Berdasarkan standar air minum pemerintah untuk parameter mikrobiologis atau bakteriologis, suatu sampel air dikatakan berkualitas baik jika tidak ditemukan bakteri *E. coli* atau total coli pada sampel atau konsentrasi *E.coli* atau total Bakteri coli = adalah 0 mg/l. Hasil Uji Mikrobiologi dtunjukkan pada grafik 4.5 sebagai berikut.



Gambar 7. (a) Sebaran bakteri *E.Coli* ; **(b)** sebaran bakteri *Coliform*

Sesuai dengan hasil peta interpolasi, terdapat beberapa titik sumur yang berdekatan dengan pantai, ini cukup berpengaruh dikarenakan adanya intrusi air laut. Intrusi air laut adalah peristiwa infiltrasi air asin atau air laut ke dalam air tanah. Intrusi air laut sebagian besar terjadi di dekat laut (di pesisir). Intrusi air laut umumnya terjadi pada wilayah yang berdekatan dengan laut (pesisir). Air tanah yang telah rusak akibat adanya intrusi air laut umumnya ditandai dengan rasanya yang berubah menjadi asin. Intrusi air laut menyebabkan masyarakat sekitar kesulitan untuk mendapatkan sumber air bersih yang layak konsumsi dan layak digunakan (Afrianita et al., 2017).

Pada penelitian ini, parameter yang dapat digunakan sebagai tanda adanya intrusi air laut adalah *total dissolved Solid* (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL). Menurut Robo et al. (2019) air yang memiliki rasa asin umumnya akan memiliki nilai TDS yang tinggi juga, hal tersebut dikarenakan air asin terjadi karena banyaknya senyawa kimia yang terkandung didalamnya, hingga mampu mengakibatkan tingginya salinitas, sehingga terdapat korelasi antara TDS dan salinitas. Kenaikan nilai TDS pada air dapat dipengaruhi oleh limpasan tanah, pelapukan batuan dan pengaruh antropogenik. Nilai TDS pada lokasi penelitian tidak menunjukkan adanya intrusi air laut, dikarenakan umumnya intrusi air laut akan semakin besar terjadi jika berdekatan langsung dengan laut, jika terjadi intrusi air laut pada lokasi penelitian seharusnya nilai TDS pada titik yang paling dekat dengan laut yaitu titik 20 akan memiliki nilai TDS paling tinggi, tetapi lokasi tersebut bukan lokasi yang memiliki nilai TDS tertinggi

DHL berhubungan erat dengan TDS dimana jika TDS tinggi maka DHL juga akan tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi penelitian tidak terpengaruh oleh intrusi air laut, hal tersebut dikarenakan pada lokasi penelitian yang dekat dengan laut tidak memiliki nilai DHL yang tinggi. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Waspo et al., (2019) bahwa terdapat hubungan yang linear antara DHL dan salinitas, Artinya ketika DHL lebih besar, konsentrasi garam terlarut dalam air, atau salinitas (ppm (ml/l)) meningkat.

Hasil penelitian berupa data pH, TDS, TSS dan DHL dilakukan uji normalitas menggunakan SPSS. Tabel tes normalitas ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1 Tes Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pH	.103	30	.200*	.960	30	.301
TDS	.210	30	.002	.885	30	.004
TSS	.408	30	.000	.516	30	.000
DHL	.202	30	.003	.892	30	.005

Dari tabel di atas terlihat nilai pH dengan nilai Sig yaitu $0,301 > 0,05$ dapat disimpulkan nilai distribusi pH normal. Dari nilai TDS yaitu $0,004 > 0,05$ sehingga nilai termasuk normal. Untuk nilai TSS yaitu $0,00 < 0,05$, ini dapat dikatakan nilai distribusi tidak normal. Sementara nilai DHL yaitu $0,005 > 0,05$ maka nilai distribusi termasuk normal.

4. KESIMPULAN

Berikut Kesimpulan yang dapat ditarik dari pengamatan dari lapangan dan Laboratorium serta dari hasil uji analisis SPSS:

1. Untuk Uji lapangan seperti uji bau dan uji suhu dinyatakan lolos persyaratan air bersih karena memenuhi standar yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan. Hasil pengujian di laboratorium seperti Uji TDS, TSS, dan DHL telah memenuhi syarat sebagai air bersih dikarenakan jumlah partikel padat yang larut dalam air dan gas berada di bawah batasan yang ditentukan, serta jumlah padatan tersuspensi dalam air berada juga di bawah batasan, serta konsentrasi garam anorganik yang rendah, serta jumlah partikel organik dan mineral berada di bawah batasan yang ditentukan. Hasil pengujian Mikrobiologi menunjukkan beberapa titik yang cukup tercemar oleh bakteri *E.Coli* dan *Total Coliform* yang disebabkan oleh jarak antara titik sumur dengan *septic tank* pada rumah penduduk. Untuk Peta Pola Aliran Air Tanah menggunakan metode TIN di karena kan mampu memprediksi kontur yang rapat meskipun ada beberapa titik dengan jarak yang jauh.
2. Cara pencegahan yang dapat dilakukan sesuai hasil penelitian yaitu, wajib membuat sumur resapan di setiap rumah masyarakat, penanaman pohon serta pengecekan secara rutin di bagian saluran pembuangan kotoran di *Septic Tank*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, M.F., Mahendra, M.S., Suyasa, I.W.B. (2011). *Pemetaan Kualitas Air Tanah di Desa Dauh Puri Kaja Kota Denpasar*. *Jurnal Ecothropic*, 6(2), 77-80.
- Afrianita, R., Edwin, T., Alawiyah, A. (2017). *Analisis Intrusi Air Laut Dengan Pengukuran Total Dissolved Solids (Tds) Air Sumur Gali Di Kecamatan Padang Utara*. *Jurnal Dampak*, 14(1), 62–72.
- Anisafitri, J., Khairuddin, Rasmi, D.A.C. (2020). *Analisis total Bakteri Coliform Sebagai Indikator Pencemaran Air pada Sungai Unus Lombok*. *Jurnal Pijar*, 15(3), 266-272.
- Buana, A.S.E., Winantris. (2019). *Kualitas Air Tanah dan upaya warga dalam mengatasi pencemaran air di Desa Bojongsalam Kecamatan Rancaekek*. *Jurnal Pengabdian kepada masyarakat*, 4(3), 59-62.
- Cahyadi, A., Fatchurohman, H., Riyanto, I.A., Erdanto, R., Santosa, S.H.M.B. (2020). *Indeks pemakaian Air Tanah di Kota Yogyakarta*. *Jurnal Tunas Geografi*, 9(1), 43-53.
- Darmada, I.M. (2021). *Pengaruh Video Pembelajaran di masa pandemi COVID 19 terhadap motivasi perkuliahan dan hasil kuliah statistic deskriptif PJKR Universitas PGRI Mahadewa Indonesia*. *Jurnal PJKR*, 22(1), 91-101.
- Febriarta, E. dan Widyastuti, M. (2020). *Kajian Kualitas Air Tanah dampak Intrusi di sebagian pesisir Kabupaten Tuban*. *Jurnal Geografi*, 17(2), 39-48.
- Ginting, S. dan Rengganis, H. (2010). *Pemodelan Air Tanah di Cekungan Air Tanah Umbulan dengan Visual Modflow Premium 4.3*. 173-188.
- Laksono, A.T., Ramadhan, G., Tsai, L.L.Y., Paramita, L.A.G, Nurmajid, R.W. (2020). *Analisis zona resapan dan keluaran air tanah di Desa Kutayu, Kabupaten Brebes*. *Jurnal Dinamika rekayasa*, 16(2), 97-104.
- Mawardi, dan Gufran, M. (2019). *Dampak Pembuangan limbah domestic terhadap pencemaran Air Tanah di Kabupaten Pidie Jaya*. *Serambi Engineering*, 4(1), 416-425.
- Morintoh, P. (2015). *Analisis perbedaan uji kualitas air sumur daerah dataran tinggi Kota Tomohon dan dataran rendah Kota Manado berdasarkan parameter fisika*. *Jurnal e-Biomedik*, 3(1), 424-429.
- Muttaqien ,A.Y., Supriyadi, A., Setiawan, B., Utomo, B., Purwanto, E., Legowo, S.J., Sugiyarto. (2018). *BUKU PANDUAN PENULISAN, TATALAKSANA DAN UJIAN AKADEMIK TUGAS AKHIR/SKRIPSI SERTA MAGANG (KKM)/KP*. Prodi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Notodarmojo, S. (2005). *Pencemaran Tanah & Air Tanah*, Penerbit Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Permana, A.P. (2019). *Analisis kedalaman dan kualitas Air Tanah*. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 15-22.
- Prayogo, W., Marhamah, F., Fauzan, H.A, Azizah, R.N. , Va, V. (2021). *Strategi Pengendalian Pencemaran Industri untuk Pengelolaan Mutu Air Sungai dan Tanah di DAS Diwak, Jawa Tengah*, *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(3), 123-132.
- Putra, A.Y, Yulis, P.A.R. (2019). *Kajian kualitas Air Tanah ditinjau dari parameter Ph, Nilai COD dan BOD pada Desa Teluk Nilap Kecamatan Kubu Babussalam Rokan Hilir Provinsi Riau*. *Jurnal Riset Kimia*, 10(2), 103-109.
- Renngiwur, J., Lasaiba, I., Mahulauw, A. (2016). *Analisis Kualitas Air yang di konsumsi warga Desa Batu Merah Kota Ambon*. *Jurnal Biology Science and Education*, 5(2), 101-111.
- Robo, T., Sofyan, A., Banapon, J. (2019). *Kajian Intrusi Air Laut Terhadap Kualitas Air Tanah Di Kelurahan Gambesi Kecamatan Ternate Selatan Kota Ternate*. *Pangea : Wahana Informasi Pengembangan Profesi Dan Ilmu Geografi*, 1(01). 1185

- Saldanela, Sutikno, S., Hendri, A. (2014). *Pemetaan Pola Aliran Air Tanah Berbasis system informasi geografis (SIG) di kawasan kecamatan Tampan Kota Pekanbaru*. Jurnal Teknik Sipil, 2, 1-8.
- Simaremare, S. (2015). *Analisis Aliran Air Tanah Satu Dimensi (Kajian Laboratorium)*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 3(1), 783-794.
- Tiara, A.R., Yuwono, B.S., Banuwa, I.S., Quniati, R. (2017). *Pengaruh Kerapatan Mangrove terhadap kualitas air sumur di desa Sidodadi Kabupaten Pesawaran*. Jurnal Hujan Tropis, 5(2), 93-98.
- Vebriane, W. (2021). *Integrasi Indeks Kualitas Air dan Analisis Geospasial untuk Evaluasi Kualitas Air Tanah Dangkal di Sekitar Area Pembuangan Limbah Slag Aluminium Kecamatan Sumobito, Kabupaten Jombang, Jawa Timur*. Proposal Tesis Magister, Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.