

**PEMETAAN ZONASI DAN ANALISIS HIDROKIMIA
AIRTANAH DANGKAL DI DESA BANTAN TENGAH DAN
SEKITARNYA, KECAMATAN BANTAN, KABUPATEN
BENGKALIS, PROVINSI RIAU**

TUGAS AKHIR



Oleh:

ADYTIA RAHMAN

NPM: 173610820

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

**PEMETAAN ZONASI DAN ANALISIS HIDROKIMIA
AIRTANAH DANGKAL DI DESA BANTAN TENGAH DAN
SEKITARNYA, KECAMATAN BANTAN, KABUPATEN
BENGKALIS, PROVINSI RIAU**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar
Sarjana Pada Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau
Pekanbaru

Oleh:

ADYTIA RAHMAN
NPM: 173610820

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PEMETAAN ZONASI DAN ANALISIS HIDROKIMIA
AIRTANAH DANGKAL DI DESA BANTAN TENGAH DAN
SEKITARNYA, KECAMATAN BANTAN, KABUPATEN
BENGKALIS, PROVINSI RIAU**

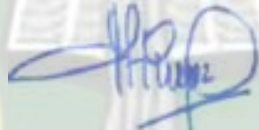
Di susun oleh :

**NAMA : ADYTIA RAHMAN
NPM : 173610820**

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pekanbaru, 16 Juli 2021

Dosen Pembimbing



(Fitri Mairizki, S.Si., M.Si.)
NIDN: 1008058901

Mengetahui,

Ka. Prodi Teknik Geologi



(Budi Prayitno, ST., MT.)
NIDN: 101011840

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PEMETAAN ZONASI DAN ANALISIS HIDROKIMIA
AIRTANAH DANGKAL DI DESA BANTAN TENGAH DAN
SEKITARNYA, KECAMATAN BANTAN, KABUPATEN
BENGKALIS, PROVINSI RIAU**


Di susun oleh :

**NAMA : ADYTIA RAHMAN
NPM : 173610820**

Telah Diuji Didepan Dewan Penguji Pada Tanggal
06 Agustus 2021 Dan Dinyatakan
Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima :

Diperiksa dan Disetujui Oleh :
Pekanbaru, 6 Agustus 2021

Dosen Pembimbing



(Fitri Mairizki, S.Si., M.Si.)
NIDN: 1008058901

Disahkan oleh:

Pekanbaru, 6 Agustus 2021

Ka. Prodi Teknik Geologi

(Budi Prayitno, ST., MT.)
NIDN: 101011840

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Dengan ini saya menyatakan:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik (Strata Satu), baik di Universitas Islam Riau maupun diperguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan di cantumkan dalam daftar pustaka.
4. Penggunaan “*Software*” computer bukan menjadi tanggung jawab Universitas Islam Riau.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi

Pekanbaru, 16 Juli 2021
Yang Bersangkutan Pernyataan

ADYTIA RAHMAN
NPM: 173610820

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PENELITIAN UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Islam Riau, Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adytia Rahman

NPM : 173610820

Program Studi : S1 Teknik

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : SKRIPSI

Menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) kepada Universitas Islam Riau demi kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PEMETAAN ZONASI DAN ANALISIS HIDROKIMIA AIRTANAH DANGKAL DI DESA BANTAN TENGAH DAN SEKITARNYA, KECAMATAN BANTAN, KABUPATEN BENGKALIS, PROVINSI RIAU

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak tersebut maka Universitas Islam Riau berhak menyimpan, mengalihmediakan/format, mengelola dalam bentuk pengkalan data, merawat dan mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Pekanbaru, 16 Juli 2021

Yang Menyatakan,

ADYTIA RAHMAN

NPM: 173610820

**PEMETAAN ZONASI DAN ANALISIS HIDROKIMIA
AIRTANAH DANGKAL DI DESA BANTAN TENGAH DAN
SEKITARNYA, KECAMATAN BANTAN, KABUPATEN
BENGKALIS, PROVINSI RIAU**

ADYTIA RAHMAN

NPM. 173610820

Program Studi Teknik Geologi

SARI

Airtanah merupakan material penting di muka bumi karena air sangat dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup. Kondisi lingkungan daerah padat penduduk dapat mempengaruhi kualitas airtanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran dan arah aliran muka airtanah, kelayakan kualitas airtanah secara fisika-kimia, zonasi pemetaan kualitas airtanah, serta kondisi fasies airtanah di Desa Bantan Tengah, Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. Parameter yang diujikan yaitu warna, rasa, bau, suhu, zat padat terlarut (TDS), daya hantar listrik (DHL) dan pH. Terdapat 12 stasiun sumur yang dianalisis, secara keseluruhan warna airtanah yang dominan coklat, rasa airtanah yang dominan tawar, bau air tanah yang dominan adalah tidak berbau, suhu berkisar 28,3°C - 28,9°C, nilai TDS berkisar antara 375,2 mg/l – 6765 mg/l, nilai DHL berkisar antara 616 µS/cm – 11.110 µS/cm dan nilai pH berkisar 6,43 – 6,58. Hasil analisis fasies airtanah berdasarkan metode klasifikasi Kurlov, diagram Stiff dan diagram Piper menunjukkan 3 jenis airtanah pada daerah penelitian yaitu berupa Na(K)Cl(SO₄) pada stasiun 2 dan stasiun 4, Ca(Mg)Cl(SO₄) pada stasiun 8 dan Cl+SO₄ pada stasiun 9. Airtanah di daerah penelitian hampir semua tidak dapat dikonsumsi. Hanya terdapat 1 sumur dari 12 sumur yang sesuai standar baku mutu berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan No.492/MENKES/PER/2010 yaitu pada sumur stasiun 6.

Kata kunci : Sumur Gali, Kualitas Airtanah, Pemetaan Zonasi, Analisis Hidrokimia.

**ZONATION MAPPING AND HYDROCHEMICAL ANALYSIS OF SHALLOW
GROUNDWATER IN BANTAN TENGAH VILLAGE, BANTAN DISTRICT,
BENGKALIS REGENCY, RIAU PROVINCE**

ADYTIA RAHMAN

NPM. 173610820

Geological Engineering Study Program

ABSTRAK

Groundwater is an important material on earth because water is needed by all living things. The environmental conditions of densely populated areas can affect the quality of groundwater. The purpose of this study were to determine the distribution and direction of groundwater flow, the feasibility of groundwater quality in physical-chemical, the groundwater quality mapping zoning, and groundwater facies conditions in Bantan Tengah Village, Bantan District, Bengkalis Regency, Riau Province. The parameters tested were color, taste, smell, temperature, dissolved solids (TDS), electrical conductivity (DHL) and pH. There are 12 well stations analyzed, overall the dominant color groundwater was brown, the dominant taste of groundwater was fresh, the dominant smell of groundwater no smelly, the temperature ranged from 28,3°C - 28,9°C, the TDS value ranged from 375,2 mg / l - 6765 mg / l, DHL values ranged from 616 μS / m – 11.110 μS / m and pH values ranged from 6,43 – 6,58. The results of the groundwater facies analysis based on the Kurlov calcification method, the Stiff diagram and the Piper diagram show 3 types of groundwater equations in the study area, namely Na(K)Cl(SO₄) at station 2 and station 4 , Ca(Mg)Cl(SO₄) at station 8 and Cl+SO₄ at station 9. Almost all Groundwater in the study area is not consumable. There is only 1 well out of 12 wells that meet the quality standards based on the regulation of the Minister of Health No.492/MENKES/PER/2010, namely at station 6.

Keywords: *Dug Wells, Groundwater Quality , Zoning Mapping, Hydrochemical Analysis.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas karunia - Nya yang tidak ternilai, sehingga dapat menyelesaikan Proposal Penelitian ini dengan judul “Pemetaan Zonasi dan Analisis Hidrokimia Airtanah Dangkal Di Desa Bantan Tengah Dan Sekitarnya, Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau”.

Terimakasih penulis ucapkan kepada Ibu Fitri Mairizki, S.SI, M.SI selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan lapoan ini, tidak lupa pula ucapan terima kasih kepada keluarga dan teman-teman seperjuangan, yang sudah membantu dalam pembuatan proposal ini dan telah membantu dalam segi moral maupun materil. Proposal penelitian ini di maksudkan untuk melengkapi syarat pengajuan Tugas Akhir/Skripsi untuk mendapatkan gelar S1 Teknik Geologi Universitas Islam Riau.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan proposal ini.

Pekanbaru, 15 Juli 2021

Adytia Rahman

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PENELITIAN UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
SARI	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat Keilmuan.....	3
1.5.2 Manfaat Pemerintah dan Masyarakat.....	3
1.6 Lokasi Daerah Penelitian	3
1.7 Waktu Penelitian dan Kelancaran Kerja	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Geologi Regional Dan Stratigrafi Daerah Penelitian.....	6
2.2 Hidrologi	7
2.3 Airtanah.....	9
2.3.1 Airtanah Dangkal	9
2.3.2 Airtanah Dalam	10
2.3.3 Kualitas Airtanah Berdasarkan Sifat Fisika dan Sifat Kimia.....	10
2.3.3.1 Sifat Fisika Airtanah	10

2.3.3.2 Sifat Kimia Air.....	11
2.4 Sumur Gali	14

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian	15
3.2 Peralatan yang Digunakan.....	15
3.3 Langkah-langkah Penelitian.....	15
3.3.1 Tahap Persiapan	16
3.3.2 Tahap Penelitian Lapangan	16
3.3.2.1 Pengukuran Muka Airtanah.....	16
3.3.2.2 Pengukuran Parameter Insitu Kualitas Airtanah	17
3.3.3 Tahap Analisis Data	18
3.3.3.1 Kualitas Air minum	18
3.3.3.2 Metode Tiga Titik.....	19
3.3.3.3 Tahap Pembuatan Peta dengan Surfer	19
3.3.4 Analisis Fasies Airtanah.....	20
3.3.4.1 Metode Klasifikasi Kurlov	20
3.3.4.2 Metode Korelasi Diagram Stiff	21
3.3.4.3 Metode Analisis Diagram Trillinier Piper	21
3.3.5 Penyusunan Laporan	22
3.4 Tahap Penyusunan Laporan	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Ketersediaan Data.....	24
4.2 Arah Persebaran Airtanah.....	25
4.3 Kondisi Sumur Gali Daerah Penelitian.....	25
4.4 Analisis Kualitas Airtanah Berdasarkan Parameter Fisika	27
4.4.1 Warna	27
4.4.2 Rasa	29
4.4.3 Bau	31
4.4.4 Suhu	32
4.4.5 Zat Padat Terlarut (TDS)	34
4.4.6 Daya Hantar Listrik (DHL).....	36
4.4.7 Hubungan TDS Dan DHL Daerah Penelitian	38

4.5 Analisis Kualitas Airtanah Berdasarkan Parameter Kimia.....	40
4.5.1 pH (<i>Pollutant of Hydrogen</i>)	40
4.6 Analisis Fasies Airtanah	43
4.6.1 Unit Setara Listrik / Electrical Equivalent Unit (EQ)	43
4.6.2 Keseimbangan Listrik / Electrical Balance (EB)	46
4.6.3 Metode Klasifikasi Kurlov	48
4.6.4 Analisis Diagram Stiff.....	50
4.6.4.1 Analisis Diagram Stiff Stasiun 2.....	50
4.6.4.2 Analisis Diagram Stiff Stasiun 4.....	50
4.6.4.3 Analisis Diagram Stiff Stasiun 8.....	51
4.6.4.4 Analisis Diagram Stiff Stasiun 9.....	51
4.6.5 Analisis Diagram Pipper	52
4.6.5.1 Kelompol Fasies Na(K)Cl(SO ₄).....	53
4.6.5.2 Kelompok Fasies Ca(Mg)Cl(SO ₄)	53
4.6.5.3 Kelompok Fasies Cl+SO ₄	53
4.6.6 Persebaran Fasies Airtanah	54
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

1.1 Peta Administrasi Pulau Bengkalis	4
2.1 Peta Geologi Regional Daerah Penelitian	6
2.2 Siklus Hidrologi... ..	7
3.1 Model Pengukuran Sumur Gali.....	17
3.2 Metode Korelasi dengan Diagram Stiff	21
3.3 Metode Korelasi dengan Diagram Trilinear Piper.....	22
3.4 Diagram Alir Penelitian	23
4.1 Peta Stasiun Sumur Gali Daerah Penelitian	25
4.2 Peta Sebaran Airtanah Pola Aliran Daerah Penelitian	26
4.3 Kondisi Sumur Gali Stasiun 4.....	26
4.4 Kondisi Sumur Gali Stasiun 8.....	27
4.5 Warna Airtanah Daerah Penelitian.....	28
4.6 Diagram Warna Airtanah	28
4.7 Peta Warna Airtanah	29
4.8 Diagram Rasa Airtanah.....	30
4.9 Peta Rasa Airtanah	30
4.10 Diagram Bau Airtanah	31
4.11 Peta Bau Airtanah	32
4.12 Diagram Suhu Airtanah.....	33
4.13 Peta Suhu Airtanah.....	33
4.14 Peta TDS Airtanah	35
4.15 Peta DHL Airtanah.....	38
4.16 Peta Hubungan Antara TDS dan DHL.....	39
4.17 Grafik Hubungan Antara TDS dan DHL	39
4.18 Diagram pH Airtanah.....	40
4.19 Peta pH Airtanah	41
4.20 Diagram Stiff Stasiun 2.....	50

4.21 Diagram Stiff Stasiun 4.....	51
4.22 Diagram Stiff Stasiun 8.....	51
4.23 Diagram Stiff Stasiun 9.....	52
4.24 Diagram Piper fasies airtanah di daerah penelitian.....	52
4.25 Peta Sebaran Fasies Airtanah Daerah Penelitian	54



DAFTAR TABEL

1.1 Jadwal Pelaksanaan Kegiatan Penelitian	5
2.1 Peraturan Menteri Kesehatan RINo.492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang : Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air Minum.....	15
3.1 Standar Baku Air Minum No.492/Menkes/Per/IV/2010	19
4.1 Data Pengukuran Sumur Daerah Penelitian	24
4.2 Hasil Uji TDS Sampel Air Sumur.....	34
4.3 Hasil Uji Daya Hantar Listrik (DHL) Air Sumur	37
4.4 Hasil Analisis Parameter Fisika dan Kimia Daerah Penelitian	42
4.5 Hasil Analisis Parameter Fisika dan Kimia Daerah Penelitian (Acuan : Permenkes Tahun 2017 Tentang Standar Baku Untuk Air Sanitasi).....	43
4.6 Konsentrasi Ion Mayor Airtanah Daerah Penelitian	44
4.7 Nilai Electrical Equivalent Unit (EQ) Airtanah Daerah Penelitian	45
4.8 Nilai Rasio Na-Cl Airtanah Daerah Penelitian	46
4.9 Nilai Keseimbangan Listrik Airtanah Daerah Penelitian.....	47
4.10 Hasil Perhitungan Hidrokimia Sampel Stasiun 2.....	48
4.11 Hasil Perhitungan Hidrokimia Sampel Stasiun 4.....	48
4.12 Hasil Perhitungan Hidrokimia Sampel Stasiun 8.....	49
4.13 Hasil Perhitungan Hidrokimia Sampel Stasiun 9.....	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan material penting di muka bumi karena air sangat dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup. Air merupakan salah satu faktor dalam pengaturan iklim dipermukaan bumi melalui siklus hidrologi. Komposisi air di permukaan bumi 70% di laut dan 30% di darat (Asdak,2003). Air digunakan oleh manusia untuk kebutuhan sehari-hari dan dikonsumsi, air yang layak ialah air yang bersih, air bersih dapat dilihat dari warna, bau dan rasa.

Airtanah adalah air yang berada di dalam tanah. Airtanah dibagi menjadi dua, airtanah dangkal dan airtanah dalam. Airtanah dangkal merupakan air yang berasal dari air hujan yang diikat oleh akar pohon. Airtanah ini terletak tidak jauh dari permukaan tanah serta berada diatas lapisan kedap air. Airtanah dalam adalah air hujan yang meresap kedalam tanah lebih dalam lagi melalui proses absorpsi serta *filtrasi* oleh batuan dan mineral di dalam tanah. Oleh karena itu, airtanah dalam lebih jernih dari airtanah dangkal (Kumalasari & Satoto, 2011). Airtanah merupakan salah satu sumber daya air selain air sungai dan air hujan.

Pulau Bengkalis memiliki kondisi hidrologi daerah rawa dan gambut bersifat asam lalu dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Pulau ini dibagian utaranya berbatasan langsung dengan Selat Malaka Malaysia dan disebut juga deltanya Sungai Siak, pulau ini sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut, gelombang air laut yang sangat tinggi pada daerah pesisir utara pulau Bengkalis. Topografi di Pulau Bengkalis sangat berpengaruh pada sistem drainase dari yang tidak baik hingga sedang disebabkan oleh pasang surut air laut. Kebutuhan air pada daerah penelitian masih banyak menggunakan air yang keruh, terlebih lagi air tanah pada rawa gambut ini dipergunakan untuk kebutuhan sehari-hari.

Pada umumnya didaerah Pulau Bengkalis airtanah berasa payau hingga asin dan berwarna coklat, kemungkinan faktor yang menyebabkannya yakni intrusi air laut akibat pasang air laut. Untuk itu perlu dilihat kualitas airtanah pada daerah tersebut. Menurut Efendi (2003) kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter, parameter fisika (suhu, kekeruhan, padatan terlarut), parameter kimia (pH, COD, BOD, kadar logam), parameter biologi (keberadaan plankton, bakteri

dan sebagainya). Kualitas air mencakup keadaan fisika, kimia dan biologi dapat mempengaruhi ketersediaan air untuk kehidupan manusia, pertanian, industri, rekreasi dan pemanfaatan air lainnya (Asdak, 2004).

Desa Bantan Tengah terletak dibagian tengah Pulau Bengkalis. Walaupun demikian pada wilayah ini tidak menutup kemungkinan terjadinya intrusi air laut yang diakibatkan oleh pasang surut air laut melalui drainase dan sungai-sungai kecil pada desa Bantan Tengah. Hampir seluruh warga memakai sumur gali untuk kebutuhan sehari-hari dan dikonsumsi. Sumur gali yang dipakai warga belum tentu memiliki kualitas airtanah yang baik dikarenakan airtanah dangkal mudah terkontaminasi. Untuk itu perlu diketahui kualitas airtanah dangkal didaerah tersebut berdasarkan parameter fisika-kimia dengan pendekatan analisis hidrokimia dan evaluasi peruntukan sebagai sumber air minum.

Hal ini yang menjadi dasar peneliti untuk melakukan penelitian mengenai kualitas airtanah didaerah penelitian. Oleh karena itu, peneliti mengambil judul penelitian "*Pemetaan zonasi dan analisis hidrokimia airtanah dangkal di Desa Bantan Tengah dan sekitarnya, Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau*".

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana sebaran dan arah aliran airtanah dangkal didaerah penelitian?
2. Bagaimana kualitas airtanah dangkal daerah penelitian berdasarkan parameter fisika?
3. Bagaimana kualitas airtanah dangkal daerah penelitian berdasarkan parameter kimia?
4. Bagaimana kondisi fasies airtanah dangkal didaerah penelitian?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menyelesaikan Tugas Akhir dan mendapatkan gelar sarjana di Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui arah persebaran dan arah aliran airtanah dangkal di daerah

penelitian.

2. Mengetahui kualitas airtanah dangkal di daerah penelitian berdasarkan parameter fisika.
3. Mengetahui kualitas airtanah dangkal di daerah penelitian berdasarkan parameter kimia.
4. Mengetahui kondisi fasies airtanah dangkal di daerah penelitian.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu adanya pembatasan lokasi penelitian, penelitian ini dilakukan di Desa Bantan Tengah, Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau dengan luas wilayah $\pm 2 \text{ km} \times 2 \text{ km}$. Batasan masalah dari penelitian adalah mencari arah aliran airtanah dangkal, analisis fisika-kimia berupa warna, bau, rasa, suhu, zat padat terlarut (TDS), daya hantar listrik (DHL) dan pH dilakukan pada semua sumur gali. Kelayakan airtanah dangkal berdasarkan Permenkes No.492/MENKES/PER/IV/2010. Analisis hidrokimia diambil dari pusat sebaran aliran airtanah (tertinggi) dan tempat perkumpulan airtanah (terendah) sebanyak empat titik sampel airtanah dangkal yang tersebar di wilayah lokasi penelitian.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Bagi Keilmuan

- a. Mengetahui kualitas airtanah dangkal pada sumur gali.
- b. Memperdalam ilmu pengetahuan tentang hidrologi
- c. Menambah wawasan dan sumber referensi penelitian lanjut seperti sebaran karakteristik airtanah dangkal dilokasi penelitian

2) Bagi Pemerintah dan Masyarakat

- a. Mengetahui informasi tentang kualitas airtanah dangkal pada lokasi penelitian.
- b. Memberikan informasi yang bermanfaat dalam penggunaan airtanah dengan terus memperhatikan kualitas airtanah.

1.6 Lokasi Daerah Penelitian

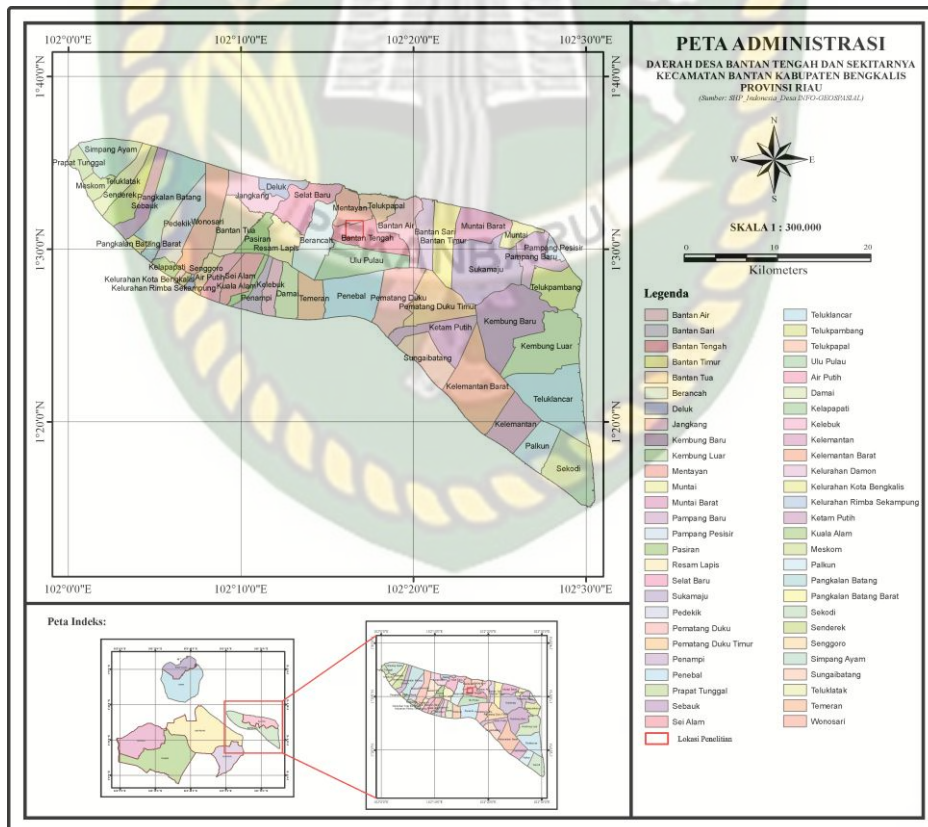
Secara administratif daerah penelitian berada di Desa Bantan Tengah,

Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Daerah penelitian ini berjarak lebih kurang 155 Km atau sekitar 6 jam perjalanan dari kota Pekanbaru menggunakan transportasi darat lalu menyeberang menggunakan kapal ke pulau Bengkalis. Secara administrasi, daerah penelitian memiliki batas-batas wilayah sebagai berikut:

- a. Sebelah utara berbatasan dengan Desa Mentayan dan Selat Malaka Malaysia
- b. Sebelah selatan berbatasan dengan Desa Ulu Pulau
- c. Sebelah barat berbatasan dengan Desa Berancah
- d. Sebelah timur berbatasan dengan Desa Teluk Papal dan Desa Bantan Air

Secara geografis daerah penelitian terletak pada koordinat $102^{\circ} 15' 38.12''$ BT - $102^{\circ} 16' 38.12''$ BT dan $1^{\circ} 29' 35.31''$ LU - $0^{\circ} 30' 35.31''$ LU dengan luas wilayah $\pm 2 \text{ km} \times 2 \text{ km}$.

Peta administrasi daerah penelitian dapat dilihat pada **Gambar (1.1)**.



Gambar 1.1 Peta Administrasi Desa Bantan Tengah Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau (SHP Indonesia Desa Info Geospasial)

1.7 Jadwal Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari-Juli 2021 yang terdiri atas tahap persiapan, kajian pustaka, penelitian lapangan, pengolahan data, dan penyusunan laporan. Jadwal penelitian dapat dilihat pada **Tabel (1.1)**.

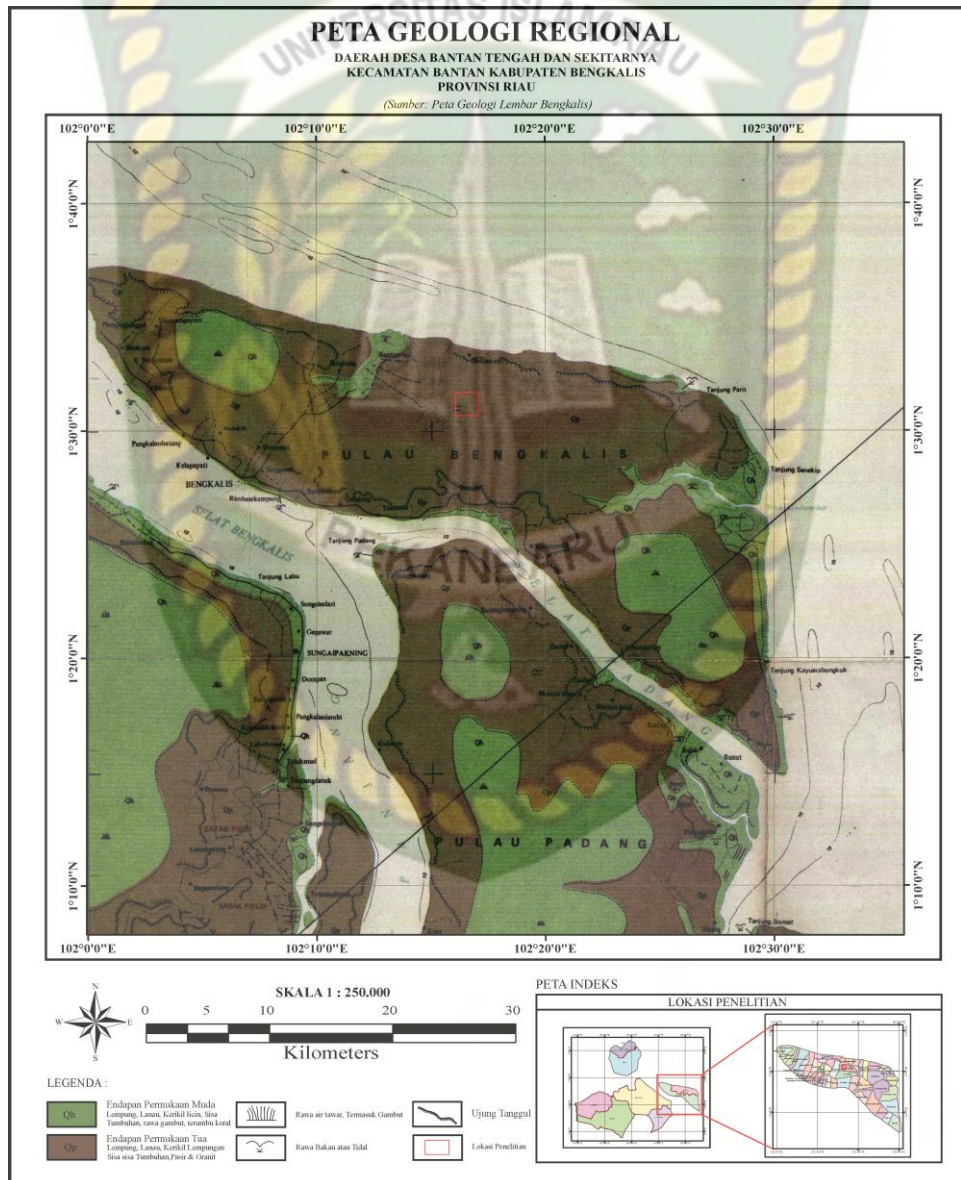
Tabel 1.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

Keterangan	2021																																		
	Jan				Feb				Mar				Apr				Mei				Jun			Jul				Agu							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4				
1. Tahap Persiapan	■	■	■	■	■	■	■	■																											
2. Tahap Penelitian Lapangan					■	■	■	■																											
3. Tahap Analisis dan Pengolahan Data					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																			
4. Tahap Pembuatan Peta dan Laporan									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
5. Seminar Hasil																																■			

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional Dan Stratigrafi Daerah Penelitian

Pada daerah penelitian, secara geologi hanya terdapat satu formasi endapan permukaan tua (Qp). Litologi pada Formasi Qp berupa lempung, lanau, kerikil lempungan, sisa tumbuhan. Pada lokasi Penelitian terdapat adanya rawa bakau atau tidal dan termasuk gambut berdasarkan Peta Geologi Lembar Bengkulu (N.R Cameron, W. Kartawa dan A.J. Thompson, 1982) dapat dilihat pada (**Gambar 2.1**).



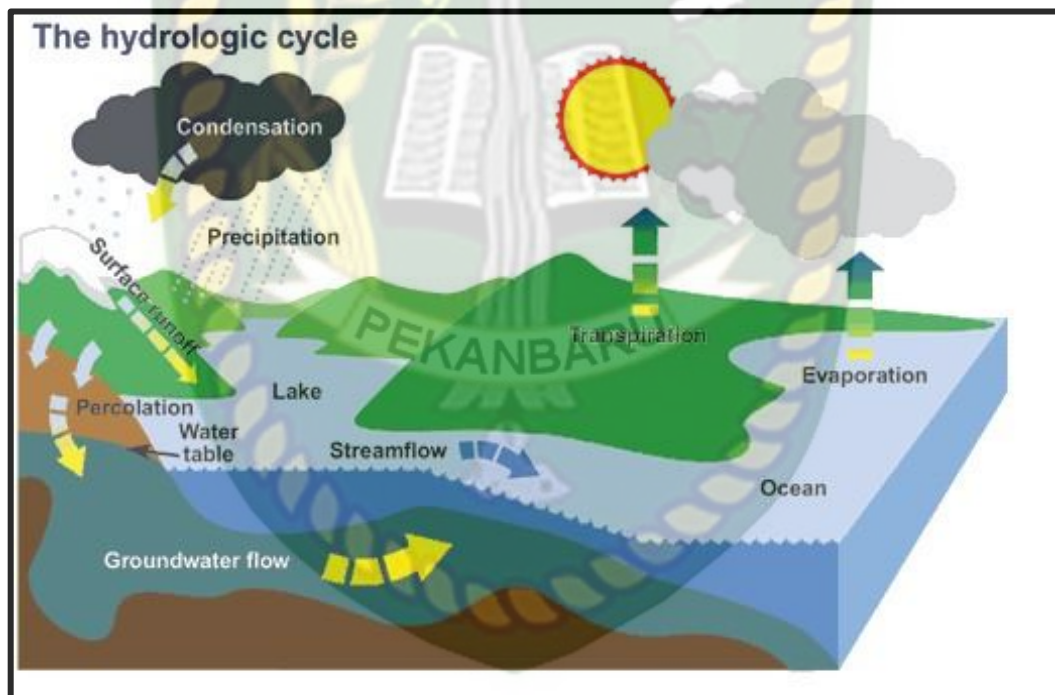
Gambar 2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian (Cameron, W. Kartawa & Thompson, 1982).

Stratigrafi Regional di Pulau Bengkalis terdiri dari 2 formasi yakni:

1. Endapan Permukaan Muda (Qh)
Lempung, Lanau, Kerikil Licin, Sisa-sisa Tumbuhan, Rawa gambut dan Terumbu Karang.
2. Endapan Permukaan Tua (Qp)
Lempung, Lanau, Kerikil Lempungan, Sisa-sisa Tumbuhan, Pasir dan Granit.

2.2 Hidrologi

Hidrologi adalah siklus air yang berubah dalam berbagai bentuk dan kembali ke bentuk aslinya. Ini menunjukkan bahwa volume air tetap di permukaan bumi yang disebut siklus hidrologi. Siklus hidrologi adalah proses yang berkaitan dimana air diangkat dari lautan ke atmosfer (udara), darat, dan kembali lagi ke laut dapat dilihat pada (**Gambar 2.2**).



Gambar 2.2 Siklus Hidrologi

Proses terjadinya siklus hidrologi dibagi menjadi 3 macam, yaitu sebagai berikut:

- a) Siklus Pendek, penguapan air laut menjadi uap gas karena panasnya matahari dan karenanya ada kondensasi untuk membentuk awan yang akhirnya jatuh ke permukaan laut.

- b) Siklus Sedang, penguapan air laut menjadi uap gas karena panasnya matahari setelah itu adanya penguapan dari angin lalu membentuk awan yang akhirnya jatuh ke permukaan bumi dan kembali ke lautan.
- c) Siklus Panjang, penguapan air laut menjadi uap gas karena panasnya matahari, kemudian uap air menjadi sublimasi dan membentuk awan yang mengandung kristal es dan akhirnya jatuh ke dalam bentuk salju yang kemudian akan membentuk gletser yang mencair membentuk aliran sungai dan kembali ke laut.

Unsur- unsur dalam siklus hidrologi yaitu sebagai berikut :

- a) Presipitasi, uap air jatuh di permukaan bumi. Hampir semua presipitasi jatuh dalam bentuk hujan, tetapi disamping itu ada juga yang menjadi salju, kabut menetes (*fog drip*), graupel, dan hujan es (*sleet*).
- b) *Canopy Intersepsi*, curah hujan ditangkap oleh daun tanaman dan akhirnya menguap ke atmosfer bukan jatuh ke tanah.
- c) Pencairan salju, limpasan yang dihasilkan oleh salju yang mencair.
- d) Limpasan (*runoff*), berbagai cara air mengalir dari hulu ke hilir. Ini termasuk limpasan permukaan dan limpasan selokan. Saat mengalir, air dapat menembus tanah, menguap di udara, disimpan di danau atau waduk atau diperoleh untuk keperluan pertanian atau manusia.
- e) Infiltrasi, air mengalir dari permukaan tanah ke tanah. Setelah infiltrasi, air menuju tanah sehingga menjadi uap air bawah tanah.
- f) Arus Bawah Permukaan, aliran air tanah di daerah *Vadose* dan *Aquifer*. Air tanah dapat kembali ke permukaan (sebagai sumber atau dipompa). Air kembali ke dasar pada ketinggian yang lebih rendah di mana ia disusupi di bawah tekanan gravitasi atau gravitasi diinduksi. Bumi cenderung bergerak perlahan dan terisi dengan lambat sehingga dapat tetap berada di akuifer selama ribuan tahun.
- g) Penguapan, mengubah air dari cairan ke fase gas sambil bergerak dari tanah atau badan air ke atmosfer bagian atas. Sumber energi untuk penguapan terutama radiasi matahari. Evaporasi, banyak diantaranya secara implisit melibatkan transpirasi tanaman, secara spesifik disebut sebagai evapotranspirasi.

- h) Sublimasi, mengubah bentuk langsung dari air padat (salju atau es) menjadi uap air.
- i) Adveksi, pergerakan air dalam bentuk padatan, cairan atau uap melalui atmosfer.
- j) Transpirasi, melepaskan uap air dari tanaman dan tanah ke udara.

2.3 Air Tanah

Menurut UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, air tanah merupakan air yang terdapat pada lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. Secara umum, air tanah adalah air yang tersimpan dan mengalir di bawah permukaan tanah yang dapat digunakan untuk keperluan makhluk hidup. Air jenis ini sangat berguna untuk ketersediaan cadangan air di muka bumi, dimana air merupakan salah satu hal yang paling penting bagi kelangsungan hidup semua makhluk di bumi. Tanpa adanya air mustahil makhluk hidup akan tetap bertahan hidup.

Airtanah adalah air yang berada di dalam tanah. Air tanah dibagi menjadi dua, airtanah dangkal dan air tanah dalam. Airtanah dangkal merupakan air yang berasal dari air hujan yang diikat oleh akar pohon. Airtanah ini terletak tidak jauh dari permukaan tanah serta berada di atas lapisan kedap air sedangkan airtanah dalam adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah lebih dalam lagi melalui proses absorpsi serta *filtrasi* oleh batuan dan mineral di dalam tanah. Oleh karena itu berdasarkan prosesnya air tanah dalam lebih jernih dari air tanah dangkal (Kumalasari & Satoto, 2011).

2.3.1 Air Tanah Dangkal

Airtanah dangkal terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga airtanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Lapisan tanah disebut sebagai saringan. Disamping penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah, setelah menemui lapisan rapat air, air yang akan terkumpul merupakan

airtanah dangkal dimana airtanah ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal (Parulian, 2009).

2.3.2 Air Tanah Dalam

Airtanah dalam dikenal juga dengan air artesis. Air ini terdapat diantara dua lapisan kedap air. Lapisan diantara dua lapisan kedap air tersebut disebut lapisan akuifer. Lapisan tersebut banyak menampung air. Jika lapisan kedap air retak, secara alami air akan keluar ke permukaan. Air yang memancar ke permukaan disebut mata air artesis. Pengambilan air tanah dalam, tidak semudah pada airtanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukan pipa kedalamnya sehingga dalam suatu kedalaman (biasanya antara 100-300m) akan didapatkan suatu lapisan air. Jika tekanan air tanah ini besar, maka air dapat menyembur ke luar dan dalam keadaan ini, sumur ini disebut dengan sumur artesis. Jika air tidak dapat keluar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air tanah dalam ini (Parulian, 2009).

2.3.3 Kualitas Air Tanah

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/Menkes/Per/IV/2010, yang membedakan antara kualitas air bersih dan air minum adalah standar kualitas setiap parameter fisik, kimia, biologis dan radiologis maksimum yang diperbolehkan.

2.3.3.1 Sifat Fisika Airtanah

a. Warna

Warna air dapat disebabkan oleh adanya zat-zat atau material organik yang terkandung di dalam air bersih berupa suspensi maupun yang terlarut. Intensitas warna dalam air dapat diukur dengan satuan unit warna standar yang dihasilkan oleh 1 mg/L platina (sebagai K_2PtCl_6)

b. Bau dan rasa

Bau dapat disebabkan oleh zat-zat atau gas yang memiliki aroma tertentu didalam air dan terhirup oleh indra pembau seperti gas H_2S , NH_3 , senyawa fenol, kloro dan lain-lain. Rasa ditentukan

adanya garam atau zat lain baik yang tersubsidi atau yang terlarut dalam air seperti $MgSO_4$, Na_2SO_4 dan $NaCl$.

c. Suhu

Suhu air tanah dipengaruhi oleh kondisi di sekelilingnya, seperti musim, cuaca siang dan malam, tempat atau lokasinya, serta akibat berbagai macam variasi energi matahari yang diterima oleh permukaan bumi.

d. Daya Hantar Listrik (DHL)

Merupakan kemampuan suatu cairan untuk menghantarkan arus listrik (disebut juga *konduktivitas*). DHL pada air merupakan ekspresi numerik yang menunjukkan kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. Oleh karena itu, semakin banyak garam-garam terlarut yang dapat terionisasi, semakin tinggi pula nilai DHL. Besarnya nilai DHL bergantung kepada kehadiran ion-ion anorganik, valensi, suhu, serta konsentrasi total maupun relatifnya.

e. Zat Padat Terlarut (TDS)

TDS merupakan parameter dari jumlah material yang dilarutkan dalam air. TDS (*Total Dissolved Solid*) atau total padatan terlarut merupakan bahan dalam air yang dapat melewati filter dengan 2.0 mikrometer atau lebih kecil ukuran rata-rata nominal pori. Suhu yang digunakan untuk mengeringkan residu sangat penting dan mempengaruhi hasil karena bobot yang hilang akibat bahan organik volatil, air, air kristalisasi, gas yang keluar akibat dekomposisi kimia sebagai bobot akibat oksidasi tergantung suhu dan waktu pemanasan. Suhu pemanasan TDS $180^{\circ}C$.

2.3.3.2 Sifat Kimia Airtanah

a. Power of Hydrogen (pH)

pH merupakan aktivitas relatif ion hidrogen dalam larutan (WHO, 2006) dan menyatakan intensitas keasaman atau alkalinitas dari suatu cairan encer dan mewakili konsentrasi ion hidrogennya. Nilai pH berkisar antara 0 – 14 dimana pH dibawah

7 bersifat asam, pH diatas 7 bersifat basa dan nilai pH 7 adalah netral. Air minum sebaiknya memiliki pH netral, tidak asam atau basa untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air minum. pH standar dengan nilai 6.5 – 8.2 merupakan kondisi optimum untuk makhluk hidup karena pH yang terlalu asam atau terlalu basa akan mematikan makhluk hidup (Rahayu et al., 2009). Berubahnya nilai pH diakibatkan oleh pencemaran yang dihasilkan oleh industri, domestik atau kondisi alam. Air hujan sebagai sumber air sungai secara alami bersifat asam (pH dibawah 7) biasanya sekitar 5.6 tetapi di beberapa daerah meningkat ke tingkat yang lebih berbahaya antara pH 4 dan pH 5, akibat polutan di atmosfer yang disebabkan oleh karbon hasil pembakaran fosil di udara (Khelmann, 2003).

b. Ion Mayor

Menurut Sukandarrumidi, dkk., (2019) menyebutkan unsur-unsur kimia yang umum terdapat sebagai elemen dominan yang selanjutnya berperan sebagai unsur mayor adalah Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na), Sulfat (SO₄), Klorida (Cl), Kalium (K), dan Bikarbonat (HCO₃).

1. Kalsium (Ca)

Nilai kandungan kalsium terlarut akan digunakan untuk menganalisis pengaruh litologi terhadap komposisi kimia airtanah. Kalsium adalah salah satu unsur penting dalam mineral-mineral batuan beku seperti silika, piroksen, amfibol dan feldspar. Kalsium berada dalam air karena adanya kontak air dengan batuan beku dan batuan metamorf yang umumnya mempunyai konsentrasi rendah karena laju dekomposisinya lambat. Kebanyakan kalsium terdapat dalam batuan sedimen karbonat. Kalsium hadir dalam gipsum, anhidrit dan florit. Dalam batupasir kalsium hadir sebagai semen.

2. Magnesium (Mg)

Magnesium sebagai kation yang dijadikan parameter besar kecilnya pengaruh pelarutan litologi dalam air. Magnesium pada batuan beku berasal dari mineral-mineral ferromagnesium berwarna gelap seperti olivine, piroksen, amfibol. Pada batuan alterasi hadir dalam klorit dan serpentin. Magnesium juga hadir dalam sedimen karbonat sebagai magnesit dan hidromagnesit.

3. Natrium (Na)

Natrium melimpah dalam grup logam alkali. Pada batuan sedimen natrium hadir dalam mineral-mineral yang resisten sebagai semen. Air yang terjebak dalam sedimen dan tersimpan dalam waktu yang lama akan mempunyai konsentrasi Na yang tinggi.

4. Sulfat (SO_4)

Kandungan sulfat terlarut digunakan untuk menentukan ada tidaknya proses oksidasi mineral sulfat terhadap komposisi kimia airtanah. Sumber lain adalah mineral gypsum dan mineral anhidrit yang akan mudah terlarut oleh air menjadi kalsium dan sulfat.

5. Klorida (Cl)

Analisis klorida dimaksudkan untuk memperkecil nilai ketidak seimbangan kation-anion dalam hasil perhitungan. Selain itu klorida digunakan untuk mengetahui berapa besar kadar Natrium klorida (NaCl) yang terlarut dalam air. Pelapukan batuan dan tanah melepaskan klorida ke perairan.

6. Kalium (K)

Kalium merupakan kation yang tidak dominan ditemukan dalam airtanah terdapat dalam feldspar ortoklas, mika dan feldspathoid leucid. Pada batuan sedimen kalium umumnya hadir sebagai feldspar, mika atau illit atau mineral liat lainnya.

7. Bikarbonat (HCO_3)

Tingkat kebasaaan suatu sampel airtanah dinyatakan dalam nilai yang disebut alkalinitas. Dengan kata lain alkalinitas

diartikan sebagai berapa besar asam yang digunakan untuk menetralkan airtanah. Tingginya alkalinitas dalam air disebabkan oleh ionisasi asam karbonat, terutama pada air yang banyak mengandung karbondioksida. Karbondioksida dalam air bereaksi dengan basa yang terdapat pada batuan dan tanah dan membentuk bikarbonat.

2.4 Sumur Gali

Sumur gali adalah satu konstruksi sumur yang paling umum dan meluas dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dari permukaan tanah, oleh karena itu dengan mudah terkena kontaminasi melalui rembesan. Umumnya rembesan berasal dari tempat buangan kotoran manusia kakus/jamban dan hewan, juga dari limbah sumur itu sendiri, baik karena lantainya maupun saluran air limbahnya yang tidak kedap air. Keadaan konstruksi dan cara pengambilan air sumur pun dapat merupakan sumber kontaminasi, misalnya sumur dengan konstruksi terbuka dan pengambilan air dengan timba. Sumur dianggap mempunyai tingkat perlindungan sanitasi yang baik, bila tidak terdapat kontak langsung antara manusia dengan air di dalam sumur (Wati, 2016).

Sumur gali ini kurang baik bila cara pembuatannya tidak benar-benar diperhatikan, tetapi untuk memperkecil kemungkinan terjadinya pencemaran dapat diupayakan pencegahannya, pencegahan-pencegahan ini dapat dipenuhi dengan memperhatikan syarat-syarat fisik dari sumur tersebut yang didasarkan atas kesimpulan dari pendapat beberapa pakar dibidang ini, diantaranya lokasi sumur tidak kurang dari 10 meter dari sumber pencemar, lantai sumur sekurang-kurang berdiameter 1 meter jaraknya dari dinding sumur dan kedap air, saluran pembuangan air limbah minimal 10 meter dan permanen, tinggi bibir sumur 0.8 meter, memiliki cincin (dinding) sumur minimal 3 meter dan memiliki tutup sumur yang kuat dan rapat (Indan, 2000: 45). Unsur Cl disebabkan oleh pasang surut air laut sehingga merembes ke air sumur (wayan pira adi pratama 2017).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian

Pada pelaksanaan tugas akhir/skripsi ini yang menjadi objek penelitian adalah sebagai berikut :

1. Kondisi level airtanah, meliputi unsur-unsur seperti topografi, ketinggian muka airtanah, dan elevasi airtanah.
2. Kondisi fisika airtanah pada daerah penelitian
3. Kondisi kimia airtanah pada daerah penelitian
4. Sampel airtanah untuk analisis hidrokimia yang mewakili daerah penelitian.

3.2. Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam pengambilan data dilapangan yaitu terdiri dari :

1. Peta topografi dasar daerah penelitian, hasil penyalinan sebagian peta SRTM yang berfungsi mempermudah dalam melihat morfologi didaerah penelitan.
2. GPS (*Global Positioning System*), digunakan untuk memberikan informasi posisi dan koordinat dalam pengambilan data.
3. YSI-Pro 1030, sebuah alat yang berfungsi untuk mengukur parameter fisika dan kimia dalam air.
4. Aquades, bahan yang digunakan untuk menetralkan kembali alat YSI- Pro 1030.
5. Alat-alat tulis, yaitu meliputi *clipboard* pensil dan buku lapangan.
6. Kamera, untuk mengambil foto sumur gali didaerah penelitian.
7. Tali Meteran, sebagai alat ukur kedalaman sumur gali dan muka airtanah.

3.3. Langkah – langkah Penelitian

Dalam melakukan penelitian tugas akhir perlu adanya rencana kerja yang tersusun sebelum kelapangan, selama dilapangan, maupun setelah kembali dari

lapangan. Rencana tersebut meliputi beberapa tahap, antara lain yaitu : tahap persiapan, tahap penelitian lapangan, dan tahap penyusunan laporan.

3.3.1 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan, kegiatan yang dilakukan adalah mengumpulkan informasi dan data sekunder mengenai daerah penelitian yang berasal dari berbagai sumber sebagai acuan dan pendekatan secara tidak langsung mengenai kondisi geologi regional. Persiapan yang dilakukan meliputi hal-hal sebagai berikut :

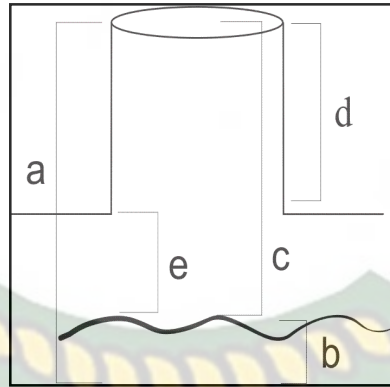
- 1) Pembuatan peta topografi daerah penelitian dan tematik daerah Desa Bantan Tengah dengan skala 1 : 250.000.
- 2) Studi kepustakaan, yang dilakukan untuk memperoleh gambaran umum mengenai keadaan kualitas airtanah disekitar daerah penelitian.
- 3) Penyusunan rencana kerja dilapangan dan perencanaan lintasan, dengan tujuan dapat mengefektifkan waktu dan penelitian, serta kualitas data yang diperoleh.
- 4) Pengurusan perizinan, mulai dari tingkat Universitas Islam Riau hingga pemerintah setempat.

3.3.2 Tahap Penelitian Lapangan

Tahap penelitian lapangan bertujuan memperoleh data lapangan selengkapnya sesuai dengan materi penelitian untuk dianalisa. Pada tahap ini dilakukan beberapa pekerjaan yang dilakukan, meliputi sebagai berikut:

3.3.2.1 Pengukuran Muka Airtanah

Pengukuran muka airtanah dilakukan dengan cara mengukur sumur-sumur yang ada didaerah penelitian, terutama sumur gali/cincin. Pemetaan sumur bertujuan untuk mengetahui dan merekonstruksi kondisi akuifer airtanah dangkal. Pemetaan zonasi airtanah bertujuan membuat peta persebaran airtanah dan informasi tentang sumber airtanah. Sumur-sumur yang berada didaerah penelitian diukur dengan model yang ditentukan dapat dilihat pada (**Gambar 3.1**) sebagai berikut :



Gambar 3.1 Model Pengukuran Sumur Gali (Putra & Yuskar, 2016)

Keterangan gambar model pengukuran sumur gali yaitu sebagai berikut :

- a) Jarak bagian atas cincin sumur dan dasar sumur.
- b) Jarak antara permukaan air dan dasar sumur.
- c) Jarak antara bagian atas cincin sumur dengan air di dalam sumur.
- d) Jarak antara bagian atas cincin dengan permukaan tanah.
- e) Jarak antara permukaan tanah dengan permukaan air didalam sumur.

Sampel air didaerah penelitian berjumlah 12 titik sumur gali/cincin dikarenakan rumah warga sudah banyak beralih memakai sumur bor dan daerah tersebut didominasi oleh perkebunan karet dan kebun sawit.

3.3.2.2 Pengukuran Parameter Insitu Kualitas Airtanah

Pengukuran insitu dilakukan untuk mendapatkan nilai yang akan digunakan untuk analisa kualitas airtanah. Parameter-parameter tersebut diantara lain yaitu parameter fisika : warna, rasa, bau, suhu, daya hantar listrik (DHL), zat padat terlarut (TDS) dan parameter kimia : pH (*Pollutan Hydrogen*), Ion mayor (Ca, Mg, K, Na, HCO₃, Cl, SO₄).

Pengukuran parameter tersebut untuk warna menggunakan indra penglihatan, rasa menggunakan indra perasa, bau menggunakan indra penciuman, parameter Suhu, DHL, TDS dan pH menggunakan alat YSI-Pro 1030 Water Quality Instrument dan untuk pengukuran ion mayor dilakukan di Laboratorium.

Adapun persyaratan yang harus diperhatikan dalam air agar dapat dikonsumsi dan sebagai parameter peneliti dalam melakukan penelitian dapat dilihat pada (Tabel 3.1) sebagai berikut :

Tabel 3.1 Standar Baku Air Minum (*Sumber: Keputusan Menteri RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010*)

No.	Parameter	Jenis Parameter	Cara Pengujian	Kadar Maksimum Diperbolehkan
A Parameter Fisik				
	a. Bau	Fisik	Indra Penciuman	Tidak berbau
	b. Warna	Fisik	Indra Penglihatan	15 Skala NTU
	c. Rasa	Fisik	Indra Perasa	Tidak berasa
	d. Suhu	Fisik	Data lapangan menggunakan alat YSI-Pro 1030	Suhu udara $\pm 30^{\circ}\text{C}$
	e. TDS	Fisik		500 mg/l
	f. Konduktivitas Elektrik (DHL)	Fisik		Tidak dipersyaratkan
B Parameter Kimia				
	a. pH	Kimiawi	Data lapangan menggunakan alat YSI-Pro 1030	6.5-8.5 pH
	b. Ca	Kimiawi	Analisis Laboratorium	Tidak dipersyaratkan
	c. Mg	Kimiawi		Tidak dipersyaratkan
	d. K	Kimiawi		Tidak dipersyaratkan
	e. Na	Kimiawi		200 mg/l
	f. HCO_3	Kimiawi		500 mg/l
	g. Cl	Kimiawi		250 mg/l
	h. SO_4	Kimiawi		250 mg/l

3.3.3 Tahap Analisis Data

3.3.3.1 Kualitas Air Layak Konsumsi

Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 dalam pasal 1 ayat 1 menyatakan bahwa air layak konsumsi adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat dipakai. Air yang baik untuk dikonsumsi tidak dapat hanya dinilai lewat kasat mata manusia saja namun ada beberapa parameter air harus memenuhi standar baku mutu air layak konsumsi yang meliputi parameter fisik, kimiawi, biologi sehingga Menteri Kesehatan Republik Indonesia mengeluarkan Undang-Undang No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang baku mutu air yang baik untuk

dikonsumsi. Jadi kualitas air yang digunakan oleh masyarakat untuk kebutuhan air layak konsumsi harus memenuhi persyaratan air minum sesuai dengan peraturan undang-undang yang berlaku dan layak minum apabila dimasak.

3.3.3.2 Metode Tiga Titik

Metode tiga titik adalah metode yang digunakan untuk memperhitungkan dan menentukan arah kemenerusan air pada airtanah bawah permukaan berdasarkan data koordinat peta pada nilai MAT di lokasi penelitian. Metode ini digunakan untuk memetakan sebaran airtanah yang memiliki kemenerusan.

Langkah-langkah dalam menggunakan metode tiga titik, pertama tentukan sumur yang memiliki kedalaman yang tinggi dan yang terendah, lalu hitung jaraknya dan dihubungkan, setelah itu elevasi permukaan tanah dikurang dengan kedalaman air sumur setiap titik. Nilai titik tertinggi dikurang dengan nilai titik terendah maka didapat nilai L, nilai L dibagi dengan jarak sebenarnya dan didapat jumlah titik. Jumlah titik ditambahkan dengan titik terendah sampai nanti nilainya sama dengan titik ketiga dan dihubungkan. Sehingga didapat SW4, tarik garis tegak lurus dari titik tiga ke garis titik 1 dan 2 didapat SW5 (Todd D.K. 1980).

Metode tiga titik ini merupakan salah satu cara untuk mengetahui arah aliran air yang terdapat pada 3 sumur atau lebih. Setelah dilakukannya pengumpulan data seperti elevasi permukaan tanah, kedalaman air sumur, dasar akuifer dan panjang sumur, maka bisa dilakukan plotting dari ketiga sumur tersebut. Plotting ketiga sumur dilakukan dengan menentukan ketiga titik sumur dengan mengutarakan daerah tersebut. Pada milimeterblok, setelah diplotkan diberi label tiap-tiap sumur dengan label SW untuk sumur dangkal dan DM untuk sumur dalam. Selanjutnya ditentukan sumur yang airnya tinggi dan airnya yang rendah dari tiap sumur, setelah melakukan perhitungan *hydraulic gradient*.

3.3.3.3 Tahap Pembuatan Peta dengan Surfer

Surfer adalah salah satu perangkat lunak yang digunakan dalam

pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi dengan mendasarkan pada grid. Perangkat lunak ini melakukan titik plotting data tabular XYZ tak beraturan menjadi lembar titik segi empat (grid) yang beraturan. Grid adalah serangkaian garis vertikal dan horizontal yang didalam surfer berbentuk segi empat dan digunakan sebagai dasar pembentuk kontur dan *surface* tiga dimensi.

Surfer tidak mensyaratkan perangkat keras ataupun sistem operasi yang tinggi. Maka dari itu, aplikasi surfer relatif mudah digunakan. Surfer bekerja pada sistem operasi windows 9x dan windows NT. Surfer memberikan kemudahan untuk pembuatan berbagai macam peta kontur atau pemodelan spasial 3 dimensi dan sangat membantu dalam analisis *volumetric*, *cut* dan *fill*, slope dan sebagainya, memungkinkan pembuatan peta 3 dimensi dari suatu tabular yang disusun dengan menggunakan *worksheet* seperti excel dan lain-lain. Aplikasi Surfer membantu dalam analisis kelerengan ataupun morfologi lahan dari suatu foto udara atau citra satelit yang telah memiliki datum ketinggian. Selain itu, surfer juga dapat memberikan gambaran secara spasial letak potensi bencana.

Adapun metode yang digunakan untuk pembuatan peta airtanah yaitu krigging. Metode krigging digunakan oleh G. Matheron untuk memperlihatkan metode khusus dalam *moving average* terbobot (*weighted moving average*) yang meminimalkan variasi dari hasil estimasi. Krigging salah satu teknik perhitungan untuk estimasi dari suatu variabel regional yang menggunakan pendekatan bahwa data yang dianalisis dianggap sebagai suatu realisasi dari suatu variabel acak, dan keseluruhan variabe acak yang dianalisis tersebut akan membentuk suatu fungsi acak dengan menggunakan model struktur variogram (Bohling, 2005).

3.3.4 Analisis Fasies Airtanah

3.3.4.1 Metode Klasifikasi Kurlov

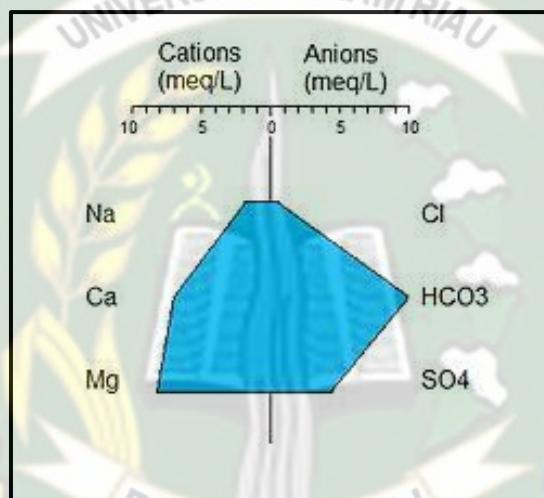
Metode klasifikasi yang dikemukakan oleh Kurlov, sangat praktis dan dengan cepat dapat menentukan kelas airnya. Penamaan kelas air ditentukan oleh kandungan ion yang mempunyai jumlah $\geq 25\%$.

Prosedurnya : Satuan mg/L diubah menjadi epj (ekuivalen per juta) yaitu

$$\text{Equivalent / liter} = \text{concentration (mg/l)} \times \frac{1 \text{ mole}}{\text{atomic or molecular wt}} \times \frac{\# \text{ of equivalent}}{\text{mole}}$$

3.3.4.2 Metode Korelasi dengan Diagram Stiff

Metode korelasi dengan menggunakan diagram stiff dapat untuk menghubungkan atau mengkorelasikan airtanah secara tegak pada satu lubang bor mulai dari airtanah teratas sampai yang terbawah atau secara mendatar pada akuifer yang sama. Dengan menghubungkan titik-titik yang mempunyai besaran epj pada tiap-tiap unsur, sebagai berikut :



Gambar 3.2 Metode korelasi dengan Diagram Stiff

Prosedur :

Plot anion dan kation pada kertas milimeter : sumbu x = nilai ion (dalam epj), sumbu y = jenis ion. Kation berada sebelah kiri sumbu y sedangkan anion berada sebelah kanan sumbu y. Hubungan antar ion seperti pola stiff.

3.3.4.3 Metode Analisis dengan Diagram Trilinier Piper

Metode analisis dengan diagram trilinier piper penting untuk pembelajaran genetika airtanah. Diagram ini untuk mengetahui sumber unsur penyusun yang terlarut dalam airtanah, perubahan atau modifikasi sifat air yang melewati suatu wilayah tertentu serta hubungannya dengan permasalahan geokimia.



Gambar 3.3. Metode korelasi dengan diagram Trilliner Piper

Cara Kerja : Plot data dalam % ke diagram dibawah ini, tentukan masuk ke tipe (nomor berapa).

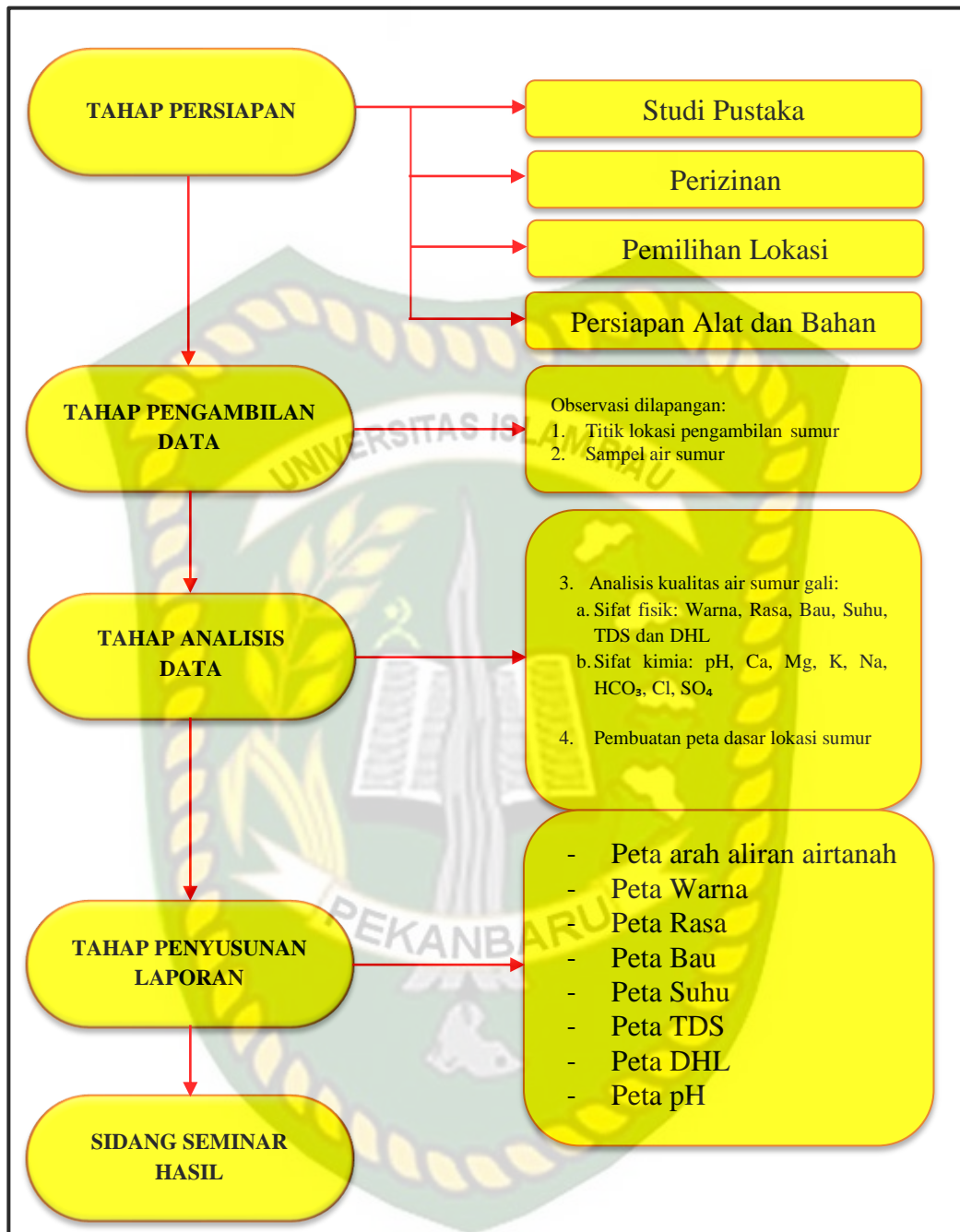
$$\% \text{ Unsur} = \frac{\frac{\text{meq}}{1} \text{ unsur anion dan kation}}{\frac{\text{meq/l}}{1} \text{ total kation dan anion}} \times 100\%$$

3.3.5 Tahap Interpretasi Data

Interpretasi dilakukan pada hasil pengolahan data lapangan dan hasil analisis laboratorium. Pada tahap ini dilakukan interpretasi terhadap data yang telah diolah dengan melakukan rekontruksi dan penarikan kesimpulan berdasarkan data-data yang diperoleh. Tahap analisis data yang dilakukan yaitu analisis setelah data lapangan diolah untuk mempermudah penarikan kesimpulan, terdiri atas analisa kualitas air sumur gali untuk dikonsumsi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010, dan plotting data ke software Surfer.

3.4 Tahap Penyusunan Laporan

Setelah peneliti melakukan pengolahan dan analisis data laboratorium, yang terdiri atas analisis kualitas airtanah sumur gali/cincin berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/2010, analisis piezometer dan plotting data ke software surfer, selanjutnya dilakukan penulisan laporan penelitian yang dimana semua data-data telah diolah dan disajikan dalam bentuk tulisan ilmiah. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada (**Gambar 3.4**).



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Ketersediaan Data

Daerah penelitian berada di Desa Bantan Tengah, Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis. Secara astronomi daerah penelitian terletak pada koordinat $01^{\circ}29'35,31''$ - $01^{\circ}30'35,31''$ LS dan $102^{\circ}15'38,12''$ - $102^{\circ}16'38,12''$ BT. Berikut ini merupakan tabel ketersediaan data pengukuran sumur di daerah penelitian (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Data Pengukuran Sumur Daerah Penelitian

Sampel sumur	Lokasi sumur		Elevasi permukaan	Bagian sumur(m)					Mat (m)
	Longitude	Latitude		a	b	c	d	e	
1	$1^{\circ}30'28,7''$	$102^{\circ}16'27,1''$	10	4,35	2,58	1,77	0,80	0,97	9,03
2	$1^{\circ}30'18,1''$	$102^{\circ}16'19,8''$	9	4,40	0,71	3,69	0,85	2,84	6,16
3	$1^{\circ}30'04,4''$	$102^{\circ}16'37,5''$	13	4,54	1,25	3,29	0,90	2,39	10,61
4	$1^{\circ}29'49,4''$	$102^{\circ}16'26,7''$	14	4,57	0,96	3,61	0,71	2,9	11,1
5	$1^{\circ}29'54,6''$	$102^{\circ}16'00,3''$	13	4,94	2,2	2,74	0,77	1,97	11,03
6	$1^{\circ}29'45,5''$	$102^{\circ}15'46,1''$	13	4,30	1,19	3,11	0,80	2,31	10,69
7	$1^{\circ}29'45,0''$	$102^{\circ}15'54,7''$	12	5,25	2,75	2,50	0,75	1,75	10,25
8	$1^{\circ}29'58,1''$	$102^{\circ}15'49,8''$	7	3,80	1	2,80	0,83	1,97	5,03
9	$1^{\circ}30'15,3''$	$102^{\circ}16'00,9''$	11	3,82	2,39	1,43	0,60	0,83	10,17
10	$1^{\circ}30'26,5''$	$102^{\circ}16'13,2''$	10	4,66	2,96	1,70	0,80	0,9	9,1
11	$1^{\circ}30'10,0''$	$102^{\circ}16'11,4''$	11	4,10	0,4	3,70	0,72	2,98	8,02
12	$1^{\circ}30'33,1''$	$102^{\circ}16'04,0''$	9	3,50	1,75	1,75	0,70	1,05	7,95

Dalam penelitian ini, sampel airtanah yang diambil dari sumur gali sebanyak 12 titik dan dianalisis secara keseluruhan parameter fisiknya, sedangkan untuk analisis kimianya sendiri diambil 4 titik (sumur 2,4,8,9) sebagai perwakilan untuk menentukan fasies airtanah daerah penelitian. Pemetaan muka air tanah dilakukan untuk mendapatkan elevasi sumur dan ketinggian muka airtanah dalam sumur gali

(Tabel 4.1) Luas dari daerah penelitian sekitar $\pm 2 \times 2 \text{ km}^2$. Stasiun sumur gali dapat di lihat pada (Gambar 4.1)



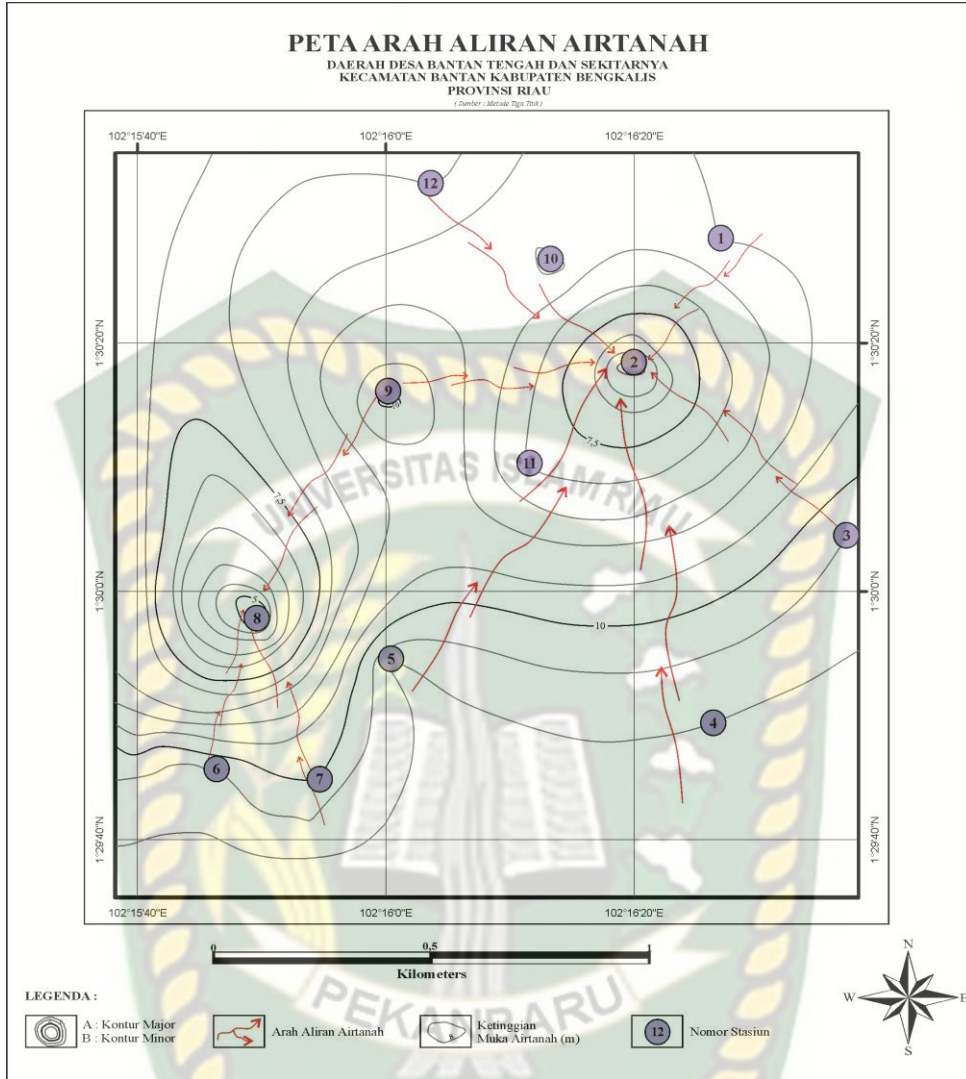
Gambar 4.1 Peta Stasiun Sumur Gali Daerah Penelitian (*Google Earth*)

4.2 Arah Persebaran Airtanah (*Groundwater*)

Berdasarkan peta kontur airtanah yang dihasilkan dari data sumur gali, maka dapat diketahui arah persebaran airtanah. Airtanah dangkal di daerah penelitian mempunyai nilai muka airtanah paling tinggi pada lokasi sumur 4 dengan nilai mat 11,1 meter yang terletak ditenggara daerah penelitian dan muka airtanah paling rendah pada lokasi sumur 8 dengan nilai mat 5,03 meter yang terletak di bagian barat daerah penelitian. Arah aliran airtanah pada lokasi penelitian Selatan-Utara dan Selatan-Baratdaya.

Dilihat dari pola kontur dan kedalaman muka air tanah diketahui bahwa pusat berkumpulnya airtanah, yaitu pada stasiun 3 dengan nilai MAT 10,61 meter, stasiun 4 dengan nilai MAT 11,1 dan stasiun 5 dengan nilai MAT 11,03 meter mengalir kearah stasiun 2 dengan nilai MAT 6,16 meter didaerah penelitian. Sementara itu, stasiun 6 dengan nilai MAT 10,69 meter dan stasiun 7 dengan nilai MAT 10,25 meter mengalir kearah stasiun 8 dengan nilai MAT 5,03 meter didaerah penelitian.

Oleh karena itu, airtanah terakumulasi pada muka airtanah yang rendah yaitu didaerah timur laut pada stasiun 2 dengan nilai MAT 6,16 meter, selanjutnya dibagian barat pada stasiun 8 dengan nilai MAT 5,03 meter didaerah penelitian. Berikut peta sebaran aliran airtanah didaerah penelitian. (**Gambar 4.2**)



Gambar 4.2 Peta Sebaran Airtanah Pola Aliran Daerah Penelitian

4.3 Kondisi Sumur Gali Daerah Penelitian



Gambar 4.3 Kondisi Sumur Gali Stasiun 4

Gambar diatas merupakan kondisi sumur gali di daerah penelitian pada stasiun 4, dengan kedalaman 2,9 meter. Airtanah berwarna coklat, rasa payau dan tidak berbau, sumur gali pada stasiun 4 ini adalah yang tertinggi pada daerah penelitian dengan nilai MAT 11,1 meter.



Gambar 4.4 Kondisi Sumur Gali Stasiun 8

Gambar diatas merupakan kondisi sumur gali pada stasiun 8, dengan kedalaman 1,97 meter. Airtanah berwarna keruh, rasa tawar dan tidak berbau, sumur gali pada stasiun 8 ini adalah yang terendah pada daerah penelitian dengan nilai MAT 5,03 meter.

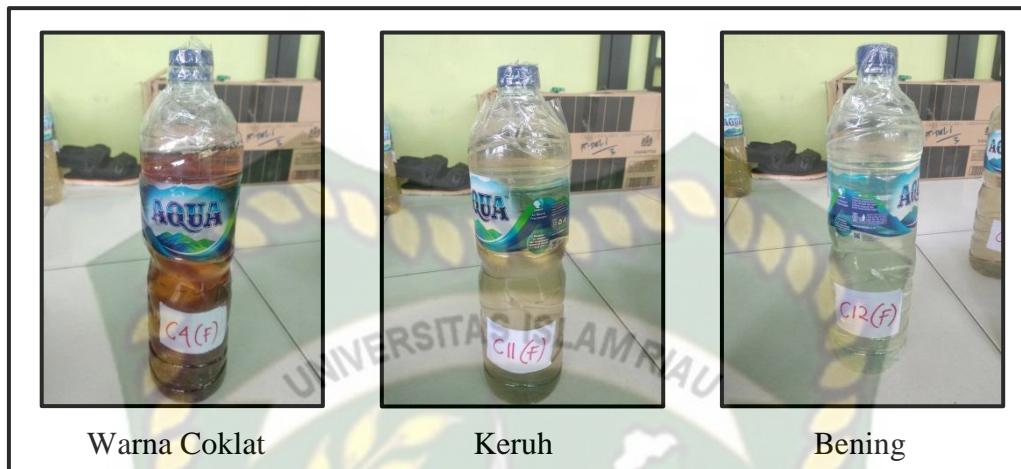
4.4 Analisis Kualitas Airtanah Berdasarkan Parameter Fisika

Kualitas airtanah berdasarkan sifat fisika dapat diketahui dari indikator, warna, rasa, bau, suhu, zat padat terlarut (TDS), daya hantar listrik (DHL). Pada daerah penelitian terdapat 12 sumur gali sebagai berikut :

4.4.1 Warna

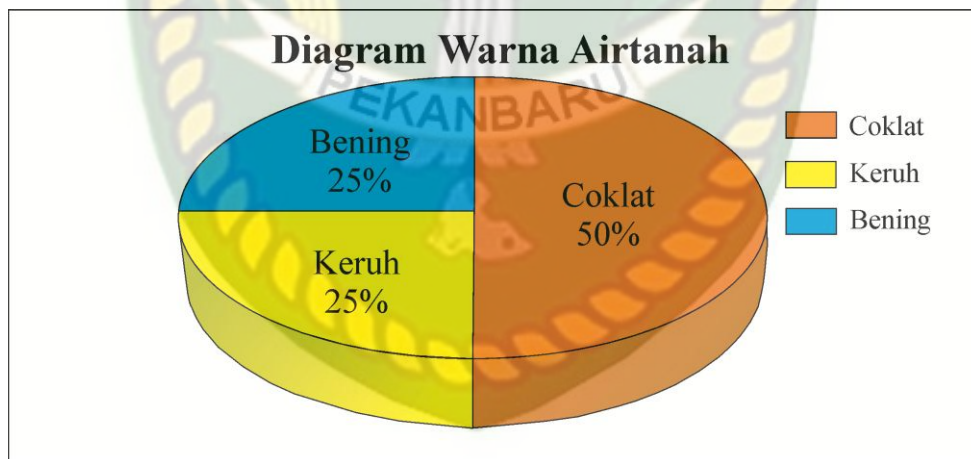
Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi warna pada airtanah daerah penelitian, diantaranya kondisi tanah daerah penelitian dapat menyebabkan perubahan warna pada airtanah daerah penelitian. Warna airtanah yang buruk juga disebabkan oleh kondisi tanah daerah penelitian yaitu tanah gambut (Heidrick dan Aulia, 1993). Gambut merupakan jenis tanah yang terbentuk akibat sisa-sisa tumbuhan yang setengah membusuk yang menyebabkan warna airtanah menjadi kuning. Adanya tanah gambut disebabkan karena daerah penelitian merupakan daerah rawa. Pada daerah penelitian,

ditemukan bahwa ada airtanah yang tidak berwarna (bening) dan ada airtanah yang keruh hingga coklat. Warna airtanah dapat dilihat pada (**Gambar 4.5**).



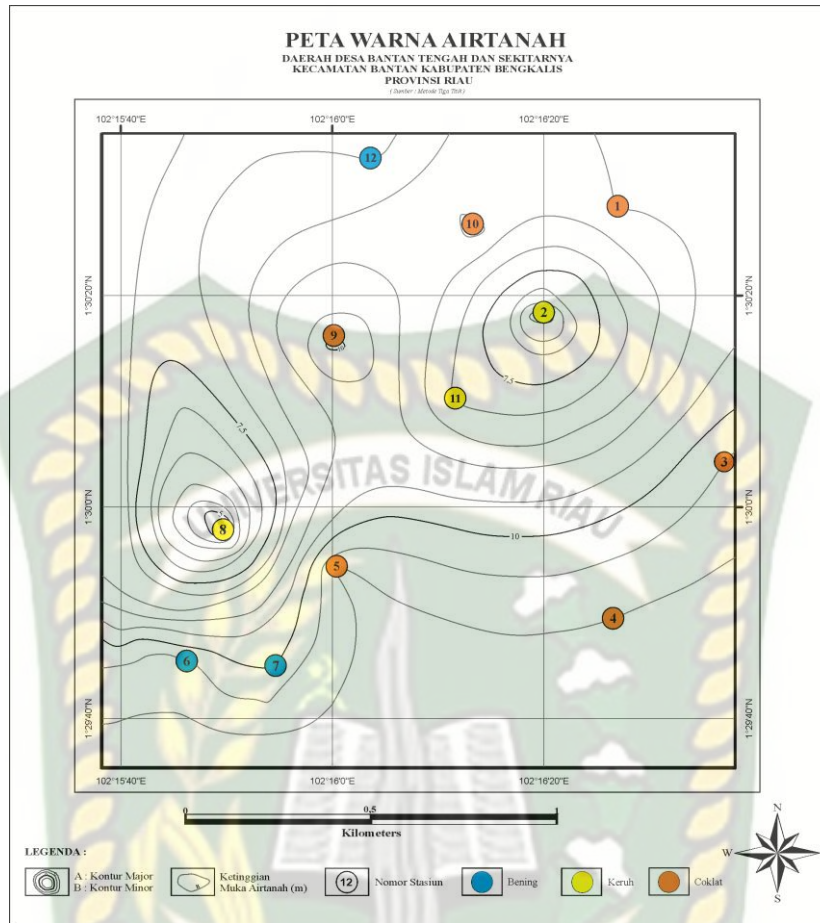
Gambar 4.5 Warna Airtanah Daerah Penelitian

Dari 12 sampel airtanah yang didapatkan pada daerah penelitian, terdapat 6 sampel airtanah yang memiliki warna coklat (50%), 3 sampel airtanah berwarna keruh (25%), dan 3 sampel airtanah yang tidak berwarna (25%). Diagram warna airtanah dapat di lihat pada (**Gambar 4.6**).



Gambar 4.6 Diagram Warna Airtanah

Berdasarkan peta zonasi warna airtanah pada daerah penelitian, terdapat 3 stasiun (25 %) yang tidak berwarna tersebar di bagian utara dan barat daya daerah penelitian, 3 stasiun (25%) berwarna keruh tersebar dibagian tengah daerah penelitian dan 6 stasiun (50 %) berwarna coklat tersebar dibagian utara dan tenggara daerah penelitian. Sebaran warna airtanah daerah penelitian dapat dilihat pada (**Gambar 4.7**).

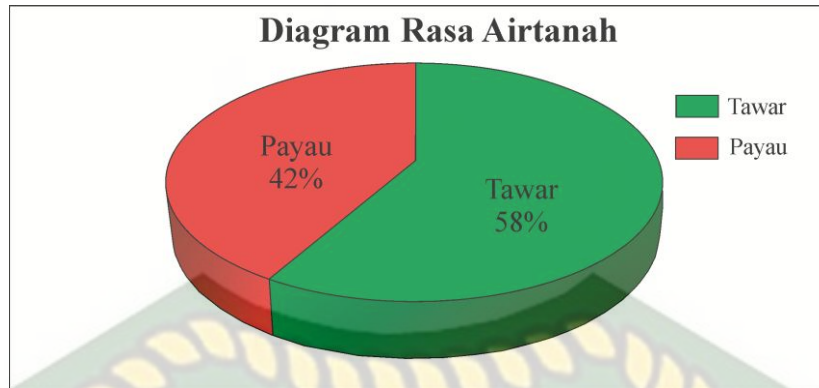


Gambar 4.7 Peta Warna Airtanah

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010, kualitas warna air yang baik adalah tidak berwarna, pada daerah penelitian terdapat 3 stasiun (25 %) yang tidak berwarna sehingga memenuhi syarat standar Permenkes dan 9 stasiun (75%) berwarna keruh dan coklat sehingga tidak memenuhi persyaratan standar Permenkes.

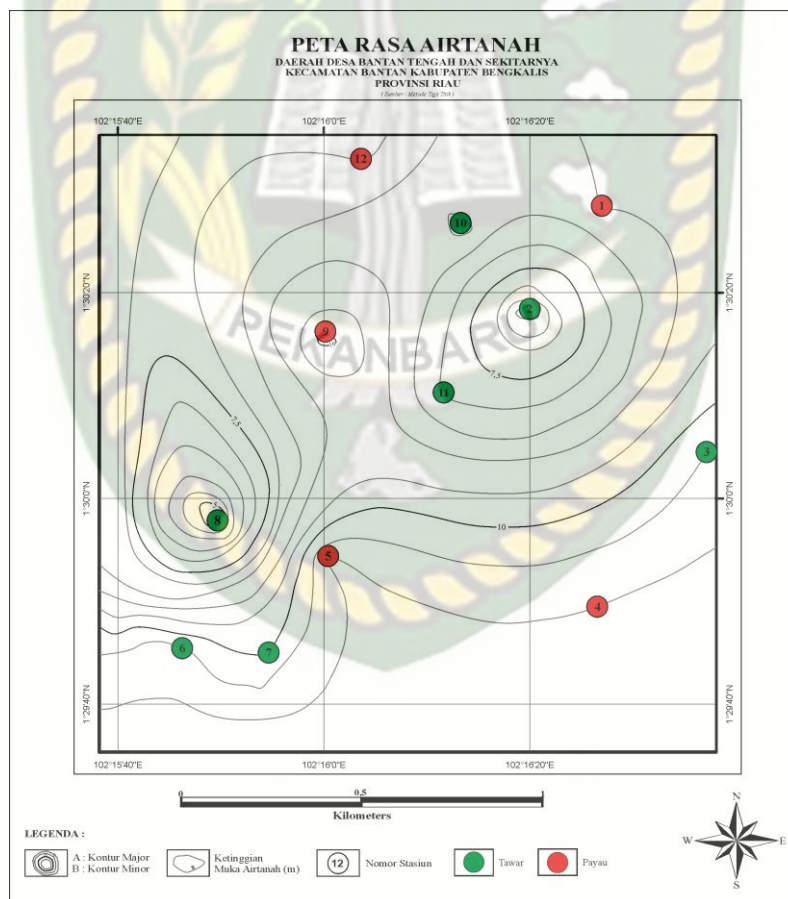
4.4.2 Rasa

Faktor kondisi geologi sekitar yang mempengaruhi rasa airtanah daerah penelitian karena daerah gambut dan pasang surut air laut yang naik kepermukaan yang menyebabkan rasa airtanah daerah penelitian menjadi payau hingga asin. Sampel airtanah dianalisis secara langsung di lapangan. Ada 2 rasa yang terdapat pada airtanah di daerah penelitian, yaitu rasa payau dan tidak berasa. Dari 12 stasiun, terdapat 7 stasiun yang airtanahnya tidak berasa (58%) dan 5 stasiun memiliki rasa payau (42%). Diagram rasa airtanah dapat dilihat pada (**Gambar 4.8**).



Gambar 4.8 Diagram Rasa Airtanah

Berdasarkan peta zonasi sebaran rasa airtanah di daerah penelitian terbagi menjadi 2, yaitu rasa payau yang tersebar di bagian utara dan selatan daerah penelitian, tidak berasa tersebar hampir diseluruh daerah penelitian. Sebaran rasa airtanah dapat di lihat pada (**Gambar 4.9**).



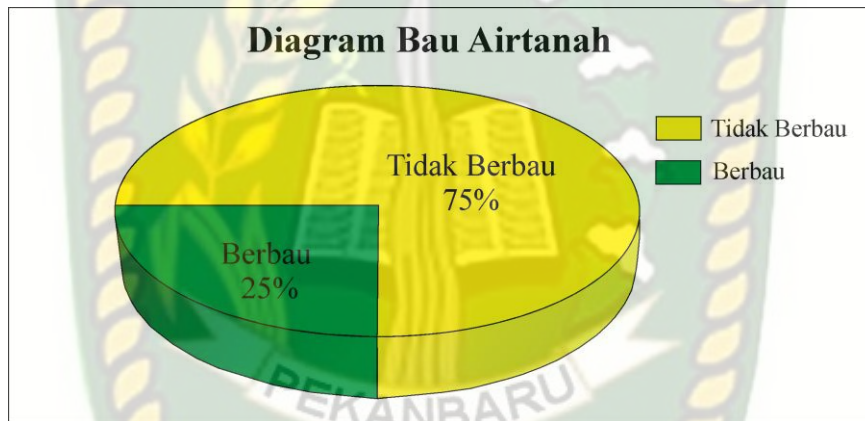
Gambar 4.9 Peta Rasa Airtanah

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010, kualitas rasa air yang baik adalah tidak berasa,

terdapat 7 stasiun (58%) yang memenuhi standar Permenkes dan ada 5 stasiun (42%) yang tidak memenuhi persyaratan standar Permenkes.

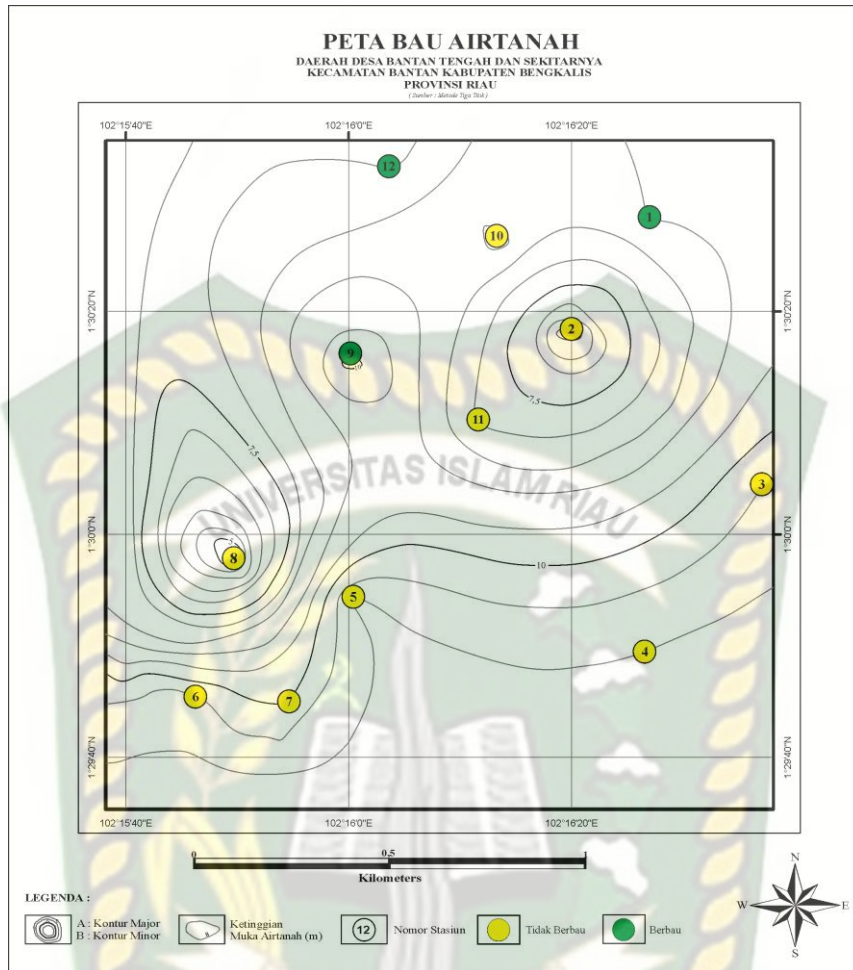
4.4.3 Bau

Bau biasanya disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk, tipe-tipe tertentu organisme, mikroskopik, serta persenyawaan kimia. Bau air dipengaruhi oleh komposisi kimia dan bahan organik yang terdapat di dalam air seperti bangkai binatang, bahan buangan atau penguraian senyawa organik oleh bakteri, dan air yang bau juga tidak disukai oleh masyarakat. Dari 12 sampel airtanah terdapat 3 sampel airtanah yang berbau (25%) dan 9 sampel airtanah yang tidak berbau (75%). Diagram bau airtanah dapat dilihat pada (**Gambar 4.10**).



Gambar 4.10 Diagram Bau Airtanah

Berdasarkan peta zonasi bau airtanah pada daerah penelitian terbagi menjadi 2, yaitu tidak berbau yang terdapat hampir di seluruh bagian daerah penelitian dan berbau terdapat di bagian utara daerah penelitian. Bau airtanah di daerah penelitian dilakukan dengan cara menggunakan indra penciuman. Sebaran bau airtanah pada daerah penelitian dapat dilihat pada (**Gambar 4.11**)

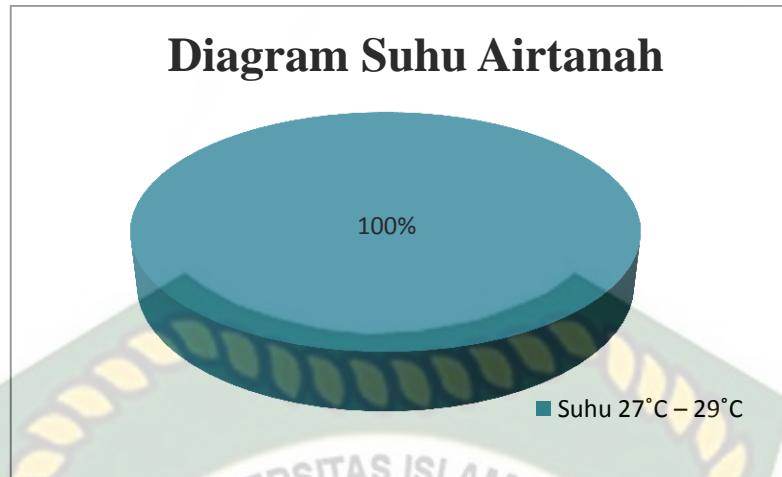


Gambar 4.11 Peta Bau Airtanah

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010, kualitas bau air yang baik adalah tidak berbau, pada daerah penelitian terdapat 9 stasiun (75%) yang tidak berbau dan memenuhi syarat standar Permenkes dan ada 3 stasiun (25%) yang berbau dan tidak memenuhi persyaratan standar Permenkes.

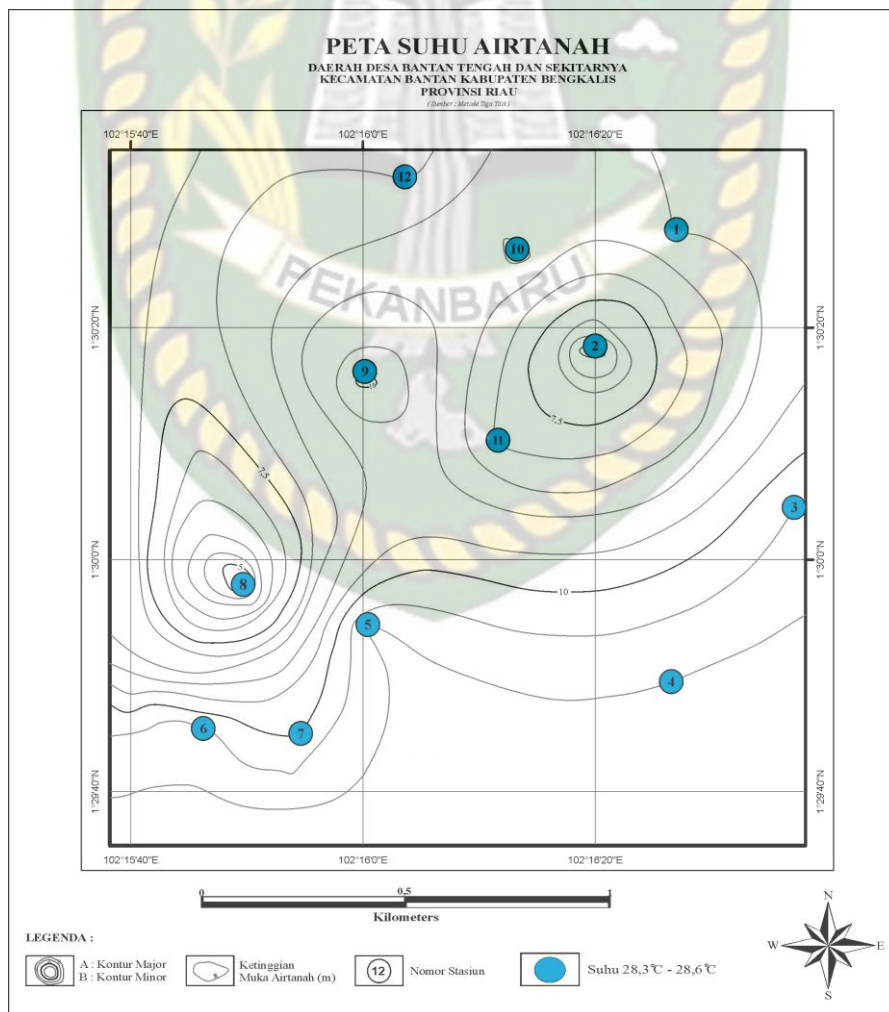
4.4.4 Suhu

Secara langsung atau tidak langsung, suhu sangat dipengaruhi oleh sinar matahari. Panas yang dimiliki oleh air akan mengalami perubahan secara perlahan-lahan antara siang dan malam serta dari musim ke musim. Jika suhu tinggi, air akan lebih cepat jenuh dengan oksigen dibanding dengan suhunya rendah. Suhu air sangat berpengaruh terhadap proses kimia, fisika dan biologi sehingga dengan perubahan suhu akan mengakibatkan berubahnya proses kimia, fisika dan biologi. Diagram presentasi dapat dilihat pada (**Gambar 4.12**)



Gambar 4.12 Diagram Suhu Airtanah

Berdasarkan peta zonasi suhu airtanah pada daerah penelitian hampir di seluruh bagian daerah penelitian suhu airtanah relatif sama. Sebaran suhu pada daerah penelitian dapat dilihat pada (**Gambar 4.13**)



Gambar 4.13 Peta Suhu Airtanah

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.492/Menkes/Per/IV/2010, yang mengatur kadar maksimum suhu air diperbolehkan yaitu 26°C - 30°C. Pada daerah penelitian dilihat dari gambar 4.12 nilai suhu airtanah relatif sama 28,3°C – 28,6°C, sehingga semua airtanah (100%) di daerah penelitian masih tergolong aman dan memenuhi syarat nilai standar permenkes 2010.

4.4.5 Zat Padat Terlarut (TDS)

Nilai TDS perairan sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah, dan pengaruh antropogenik berupa limbah rumah tangga. Nilai TDS pada airtanah dapat dilihat pada (Tabel 4.2)

Tabel 4.2 Hasil Uji TDS Sampel Air Sumur

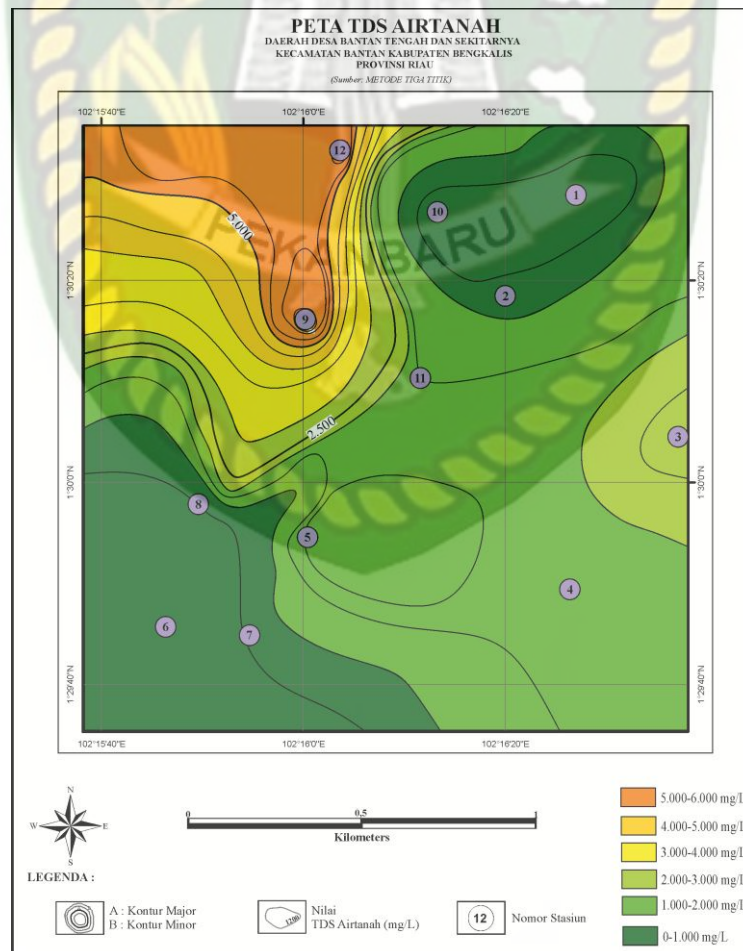
No Sampel	Hasil Pengukuran TDS Airtanah (mg/l)	Jenis Air (Freeze and Cheery, 1979)	
		Ketentuan Nilai (Mg/l)	Kelas
1	436.2	0-1.000	Fresh Water
2	561	0-1.000	Fresh Water
3	2513	1.000-10.000	Brackish Water
4	1740	1.000-10.000	Brackish Water
5	2367	1.000-10.000	Brackish Water
6	406.5	0-1.000	Fresh Water
7	575	0-1.000	Fresh Water
8	504	0-1.000	Fresh Water
9	6765	1.000-10.000	Brackish Water
10	375.2	0-1.000	Fresh Water
11	1549	1.000-10.000	Brackish Water
12	5688	1.000-10.000	Brackish Water

Berdasarkan nilai TDS untuk berbagai jenis air (Freeze and Cheery, 1979), dibagi menjadi 3 klasifikasi : 1. Fresh Water (0-1.000 mg/l) 2. Brackish Water (1.000-10.000 mg/l) 3. Saline Water 10.000-100.000 mg/l). Hasil 12 sampel airtanah yang dianalisis, terdapat 2 klasifikasi jenis air, *Fresh Water* pada stasiun 1, 2, 6, 7, 8, 10 dan *Brackish Water* pada stasiun 3, 4, 5, 9, 11, 12. Nilai TDS terendah yaitu pada sampel stasiun 10 dibagian utara daerah penelitian

dengan nilai 375,2 mg/L, dan nilai tertinggi terdapat pada sampel stasiun pada stasiun 9 dibagian barat daerah penelitian dengan nilai 6765 mg/L.

Padatan terlarut ini berasal dari unsur logam di dalam tanah yang terlarut dalam aliran airtanah ataupun berasal dari limbah. TDS tidak menyebabkan kekeruhan pada air karena keseluruhan padatan terlarut dalam air secara merata dengan jumlah yang kecil. Padatan anorganik berupa anion yang terlarut didalam air diantaranya karbonat, klorida, sulfat dan nitrat, sedangkan kation antara lain sodium, natrium, kalsium dan magnesium (Todd 1995).

Nilai TDS tertinggi tersebar ke arah barat laut daerah penelitian. Hal ini disebabkan oleh lingkungan daerah rawa atau gambut, dimana daerah gambut mengandung banyak unsur kimia yang dapat meningkatkan zat padat terlarut di dalam airtanah. Nilai TDS terendah tersebar di arah timur laut dan barat daya daerah penelitian, Berdasarkan nilai dan analisis dapat dilihat persebaran TDS airtanah pada (**Gambar 4.14**).



Gambar 4.14 Peta TDS Airtanah

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.492/Menkes/Per/IV/2010, yang mengatur kadar maksimum TDS yang diperbolehkan yaitu 500 mg/l, maka lebih dari setengah nilai TDS airtanah pada daerah penelitian tidak memenuhi persyaratan dan tidak layak digunakan dalam kehidupan sehari – hari dengan nilai TDS > 500 mg/l yaitu sebanyak 9 stasiun 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12 dengan nilai presentasi 75%. Namun, terdapat 3 stasiun yang memiliki nilai TDS <500 mg/l, yaitu pada stasiun 1, stasiun 6 dan stasiun 10 dengan nilai presentasi 25% sehingga dikatakan memenuhi standar permenkes dan layak digunakan.

4.4.6 Daya Hantar Listrik (DHL)

Daya hantar listrik (DHL) adalah ukuran kemampuan suatu zat menghantarkan arus listrik dalam temperatur tertentu yang dinyatakan dalam mikromohs per sentimeter ($\mu\text{mhos/cm}$). Satuan yang lebih umum digunakan adalah mikroSiemens ($\mu\text{S/cm}$). Untuk menghantarkan arus listrik, ion-ion bergerak dalam larutan memindahkan muatan listriknya (*ionic mobility*) yang bergantung pada ukuran dan interaksi antar ion dalam larutan. Nilai daya hantar listrik merupakan fungsi antara temperatur, jenis ion-ion terlarut dan konsentrasi ion terlarut. Suhu berpengaruh pada daya hantar listrik (DHL) setiap kenaikan suhu 1°C . DHL bertambah 2% (Taylor,1948). Oleh karena itu perhitungan DHL distandarkan untuk suhu tertentu. Suhu yang digunakan standar adalah 25°C .

(Pike, 1999) di dalam Suharjo, dkk, (2004) bahwa daya hantar suatu larutan tergantung dari jumlah ion yang ada dan kecepatan dari ion pada beda potensial antara kedua elektroda. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan ion adalah : berat dan muatan ion, adanya hidrasi, orientasi atmosfer pelarut, gaya tarik antar ion, temperature, danviskositas. Peningkatan ion-ion yang terlarut menyebabkan nilai daya hantar listrik air juga meningkat, sehingga dapat dikatakan nilai daya hantar listrik yang terukur merefleksikan konsentrasi ion yang terlarut pada air.

Dari hasil penelitian, nilai daya hantar listrik yang didapat 616-11.110 μS /. Nilai yang terkecil terdapat pada stasiun 10 dengan nilai 616 $\mu\text{S/cm}$ dan nilai yang terbesar terdapat pada stasiun 9 dengan nilai 11.110 $\mu\text{S/cm}$. Berdasarkan klasifikasi air berdasarkan daya hantar listrik (Rhoades et al,1992), nilai daya hantar listrik dapat dilihat pada (**Tabel 4.3**).

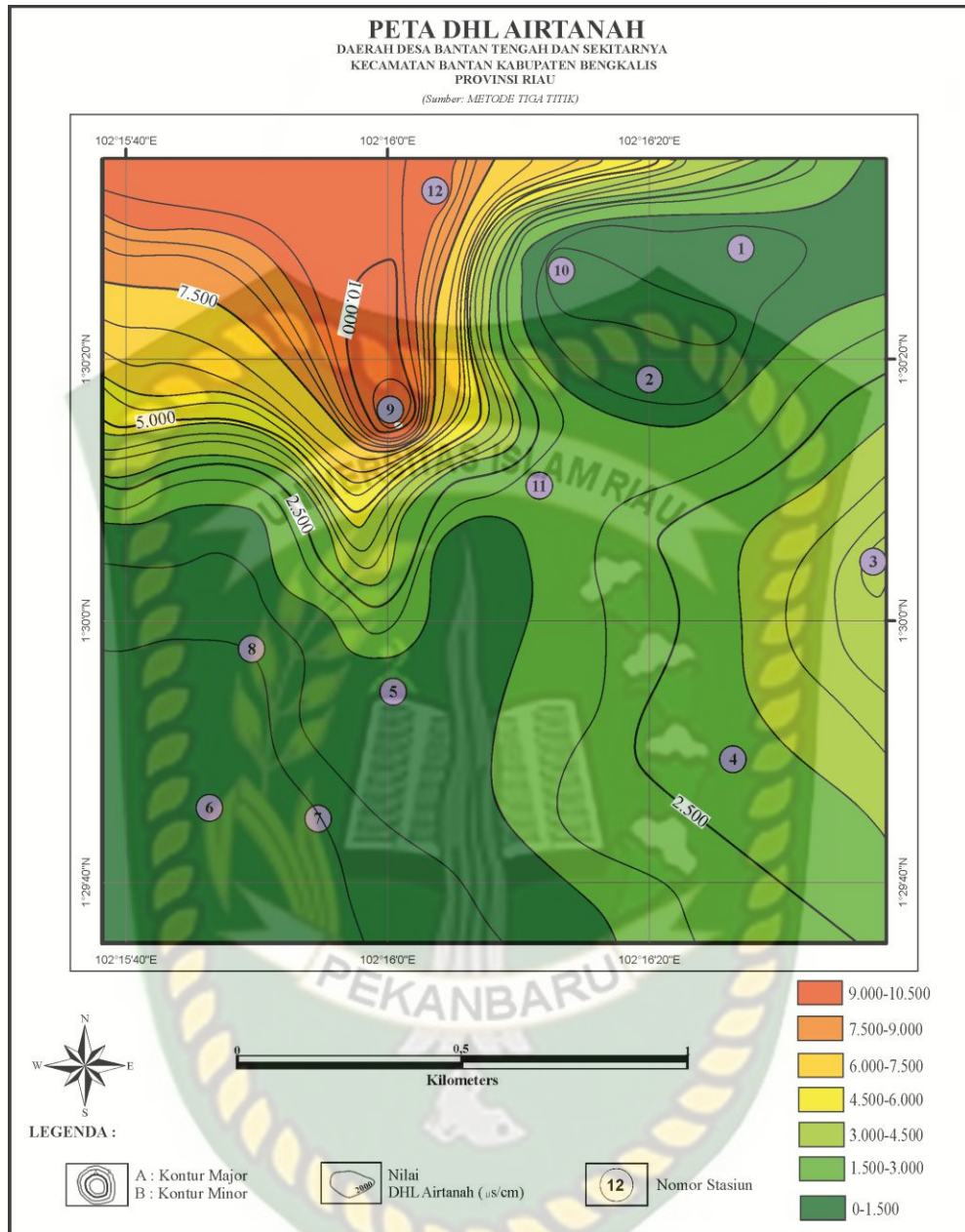
Tabel 4.3 Hasil Uji Daya Hantar Listrik (DHL) Air Sumur

No Sampel	Hasil Pengukuran DHL Airtanah ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Klasifikasi Air (Rhoades et al, 1992)	
		Ketentuan Nilai ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Kelas
1	713	700-2.000	Airtanah sedikit asin
2	920	700-2.000	Airtanah sedikit asin
3	4.130	2.000-10.000	Airtanah asin tingkat sedang
4	2.856	2.000-10.000	Airtanah asin tingkat sedang
5	1.443	700-2.000	Airtanah sedikit asin
6	666	<700	Air Tawar
7	943	700-2.000	Airtanah sedikit asin
8	827	700-2.000	Airtanah sedikit asin
9	11.110	10.000-20.000	Airtanah asin tingkat tinggi
10	616	<700	Air Tawar
11	2.539	2.000-10.000	Airtanah asin tingkat sedang
12	9321	2.000-10.000	Airtanah asin tingkat sedang

Berdasarkan Klasifikasi Nilai Daya Hantar Listrik pada table 4.3 (Rhoades et al, 1992) maka airtanah di daerah penelitian diklasifikasi menjadi beberapa kelas sebagai berikut :

- a. Kelas Air Tawar (<700 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pada stasiun 6 dan stasiun 10
- b. Kelas Airtanah Sedikit Asin (700-2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pada stasiun 1, 2, 7 dan 8
- c. Kelas Airtanah Asin Tingkat Sedang (2.000-10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pada stasiun 3, 4, 9, 11 dan 12
- d. Kelas Airtanah Asin Tingkat Tinggi (10.000-20.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pada stasiun 9

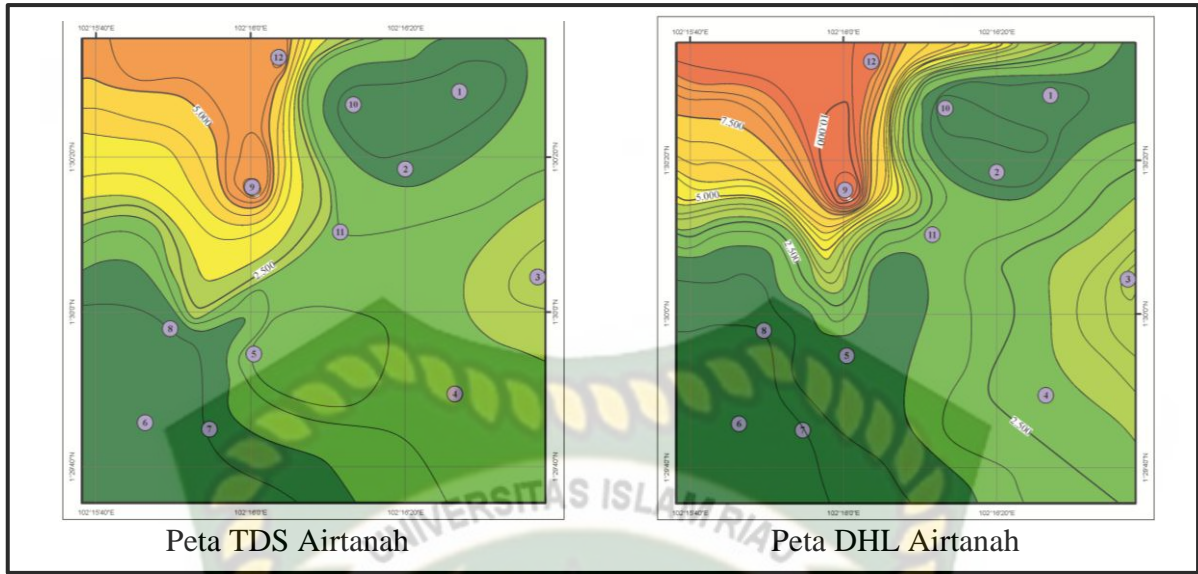
Nilai daya hantar listrik tertinggi tersebar ke arah barat laut daerah penelitian. Hal ini disebabkan oleh lingkungan daerah rawa atau gambut, dimana daerah gambut memiliki banyak unsur kimia yang membuat nilai daya hantar listrik lebih tinggi, dan nilai daya hantar listrik terendah tersebar di timur laut dan barat daya daerah penelitian. Persebaran daya hantar listrik dapat di lihat pada (**Gambar 4.15**).



Gambar 4.15 Peta DHL Airtanah

4.4.7 Hubungan TDS dan DHL Daerah Penelitian

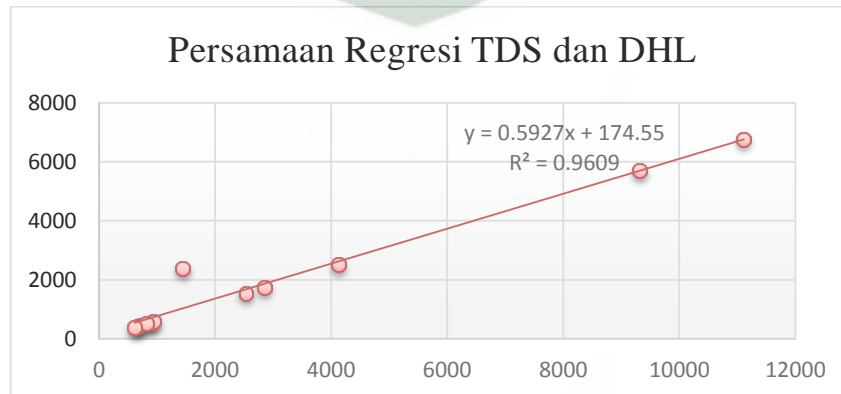
Berdasarkan hasil analisis dari semua peta pada parameter fisika, ditemukan hubungan antara satu parameter dengan parameter lainnya, yaitu TDS dan DHL. TDS merupakan besarnya jumlah padatan terlarut dalam air sedangkan DHL merupakan kemampuan suatu zat mengantarkan arus listrik dalam temperatur tertentu yang dinyatakan dalam satuan mikromhos/meter ($\mu\text{mhos/cm}$). Hubungan antara kedua parameter tersebut dapat dilihat pada (Gambar 4.16).



Gambar 4.16 Peta Hubungan Antara TDS dan DHL

Hubungan TDS dan DHL pada daerah penelitian yaitu berbanding lurus. Semakin besar nilai TDS yang didapat, maka semakin besar nilai DHL nya. Begitu pula sebaliknya semakin kecil nilai TDS yang didapat, maka semakin kecil nilai DHL nya. Jadi, semakin banyak material padat yang terlarut di dalam air, maka semakin cepat air menghantarkan daya listrik.

Grafik di bawah ini memperlihatkan hubungan antara TDS dan DHL yang memiliki hubungan berbanding lurus, Ini menunjukkan bahwa semakin banyak material (anion dan kation) yang terlarut di dalam air akan menyebabkan terjadinya peningkatan ion-ion yang terlarut dan membuat kemampuan air untuk menghantarkan daya listrik menjadi semakin besar sehingga nilai konduktivitas air juga ikut meningkat. Dari grafik dibawah diketahui nilai koefesien korelasi (R^2) adalah 0,9609 berarti parameter TDS dan DHL memiliki hubungan linier antara satu dengan lainnya,dapat dilihat pada grafik dibawah ini (**Gambar 4.17**).



Gambar 4.17 Grafik Hubungan Antara TDS dan DHL

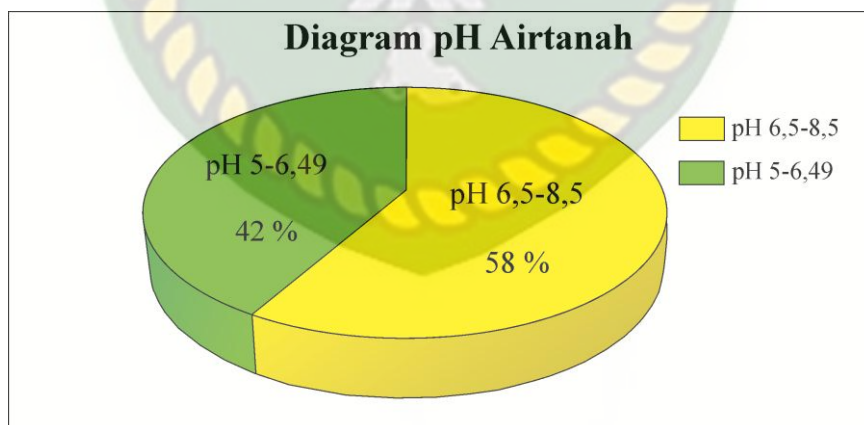
4.5 Analisis Kualitas Airtanah Berdasarkan Parameter Kimia

Kualitas airtanah berdasarkan sifat kimia dapat diketahui dari indikator pH, Air minum yang baik adalah air yang bersifat netral, tidak asam atau basa. pH air sebaiknya 6,5-8,5 untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air. Air merupakan pelarut yang baik, maka dibantu dengan nilai yang tidak netral, dapat melarutkan berbagai elemen kimia yang dilaluinya (Todd 1995).

4.5.1 pH (*Pollutant of Hydrogen*)

pH merupakan suatu parameter penting untuk menentukan kadar asam/basa dalam air. Penentuan pH merupakan tes yang paling penting dan paling sering digunakan pada kimia air. Perubahan pH air dapat menyebabkan berubahnya bau, rasa, dan warna. Air minum sebaiknya netral, tidak asam/basa, untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air minum. pH standar untuk air minum sebesar 6,5 – 8,5

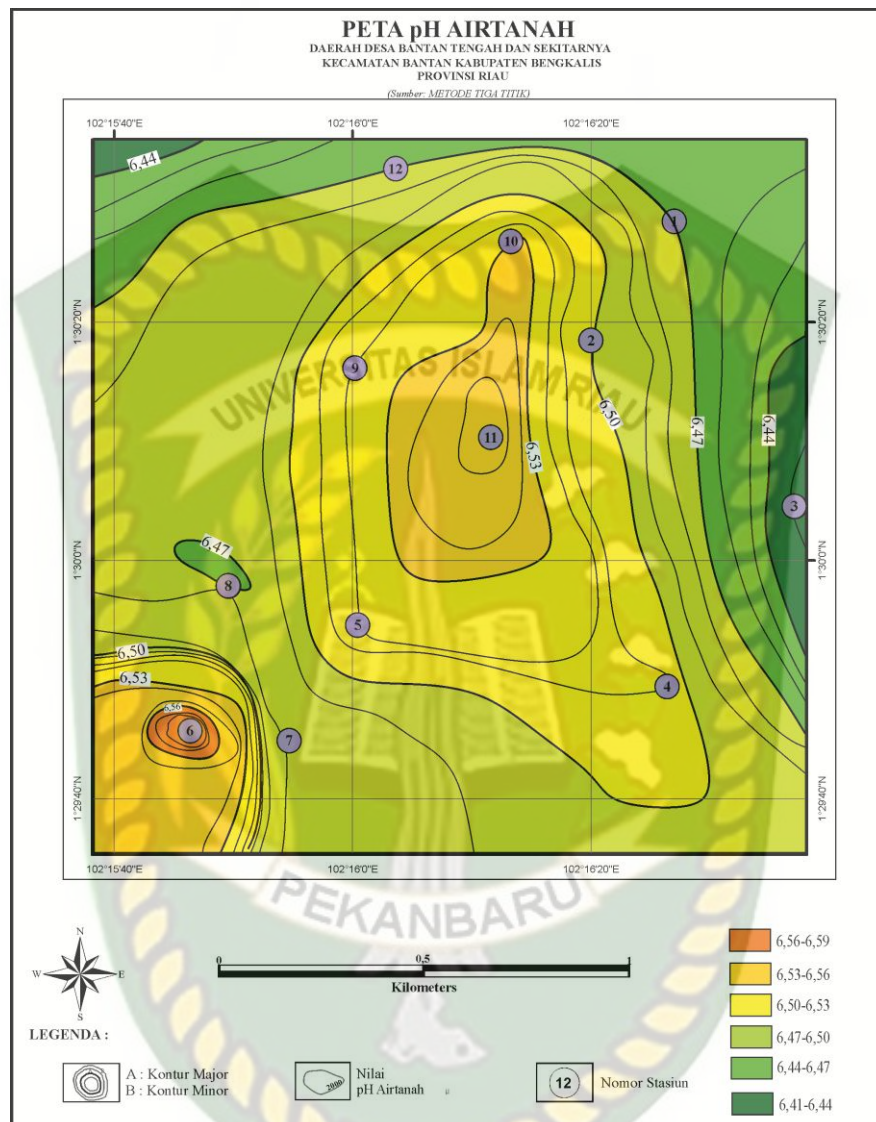
Nilai pH yang terendah pada daerah penelitian terdapat pada stasiun 3 dengan nilai 6,43 dan nilai pH yang tertinggi terdapat pada stasiun 6 dengan nilai 6,58. pH airtanah daerah penelitian 7 stasiun memiliki nilai 6,5 – 8,5 layak diminum (58%) dan 5 stasiun memiliki nilai pH 4,5 – 6,49 tidak layak diminum (42%). Diagram presentasi pH dapat dilihat pada (**Gambar 4.18**)



Gambar 4.18 Diagram pH Airtanah

Berdasarkan peta zonasi pH airtanah di daerah penelitian terbagi menjadi 2, layak dan tidak layak. pH airtanah daerah penelitian 7 stasiun memiliki nilai 6,5 – 8,5 layak diminum (58%) tersebar dibagian tengah dan barat daya daerah penelitian, 5 stasiun memiliki nilai pH 4,5 – 6,49 tidak layak diminum (42%)

tersebar dibagian barat dan timur daerah penelitian. Berikut sebaran nilai pH daerah penelitian dapat dilihat pada (**Gambar 4.19**).



Gambar 4.19 Peta pH Airtanah

Kadar maksimum pH yang diperbolehkan Menteri Kesehatan No 492 /Menkes/PerIV/2010 adalah 6,5-8,5. Jika kurang atau melebihi dari Permenkes, air tersebut tidak baik untuk dikonsumsi. Oleh karena itu, airtanah layak 58% dan tidak layak 42% standar Permenkes berdasarkan nilai pH.

Hasil pengujian data hasil analisis parameter warna, rasa, bau, suhu, TDS, DHL dan pH airtanah daerah penelitian berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang kualitas air minum, sehingga dapat ditentukan kualitas airtanah daerah penelitian. Berikut hasil analisis airtanah didaerah penelitian (**Tabel 4.4**).

Tabel 4.4 Hasil Analisis Parameter Fisika dan Kimia Daerah Penelitian

No Sumur	Warna	Rasa	Bau	Suhu (c)	TDS mg/l	DHL	pH	Keterangan
C1	Coklat	Payau	Bau	28.3	436.2	713	6.47	Tidak Layak Diminum
C2	Keruh	Tawar	Tidak bau	28.5	561	920	6.5	Tidak Layak Diminum
C3	Coklat	Tawar	Tidak bau	28.6	2513	4130	6.43	Tidak Layak Diminum
C4	Coklat	Payau	Tidak bau	28.5	1740	2856	6.51	Tidak Layak Diminum
C5	Coklat	Payau	Tidak bau	28.5	2367	1443	6.52	Tidak Layak Diminum
C6	Bening	Tawar	Tidak bau	28.4	406.5	666	6.58	Layak Diminum
C7	Bening	Tawar	Tidak bau	28.4	575	943	6.48	Tidak Layak Diminum
C8	Keruh	Tawar	Tidak bau	28.5	504	827	6.47	Tidak Layak Diminum
C9	Coklat	Payau	Bau	28.5	6765	11110	6.52	Tidak Layak Diminum
C10	Coklat	Tawar	Tidak bau	28.5	375.2	616	6.53	Tidak Layak Diminum
C11	Keruh	Tawar	Tidak bau	28.4	1549	2539	6.55	Tidak Layak Diminum
C12	Bening	Payau	Bau	28.4	5688	9321	6.47	Tidak Layak Diminum

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang kualitas air minum, pada daerah penelitian 11 stasiun (91,66%) tidak layak untuk diminum dan hanya 1 stasiun (8,33%) masih layak diminum terdapat pada stasiun 6 dibagian barat daya daerah penelitian. Dari 11 stasiun yang tidak layak diminum menurut Permenkes Tahun 2010 tentang kualitas air minum tersebut, maka dibandingkan lagi dengan Permenkes 2017 tentang standar baku air untuk sanitasi (**Tabel 4.5**)

Tabel 4.5 Hasil Analisis Parameter Fisika dan Kimia Daerah Penelitian
(Acuan : Permenkes Tahun 2017 Tentang Standar Baku Untuk Air Sanitasi)

No Sumur	Warna	Rasa	Bau	Suhu (c)	TDS mg/l	DHL	pH	Keterangan
C1	Coklat	Payau	Bau	28.3	436.2	713	6.47	Tidak Bersih
C2	Keruh	Tawar	Tidak bau	28.5	561	920	6.5	Tidak Bersih
C3	Coklat	Tawar	Tidak bau	28.6	2513	4130	6.43	Tidak Bersih
C4	Coklat	Payau	Tidak bau	28.5	1740	2856	6.51	Tidak Bersih
C5	Coklat	Payau	Tidak bau	28.5	2367	1443	6.52	Tidak Bersih
C6	Bening	Tawar	Tidak bau	28.4	406.5	666	6.58	Bersih
C7	Bening	Tawar	Tidak bau	28.4	575	943	6.48	Tidak Bersih
C8	Keruh	Tawar	Tidak bau	28.5	504	827	6.47	Tidak Bersih
C9	Coklat	Payau	Bau	28.5	6765	11110	6.52	Tidak Bersih
C10	Coklat	Tawar	Tidak bau	28.5	375.2	616	6.53	Tidak Bersih
C11	Keruh	Tawar	Tidak bau	28.4	1549	2539	6.55	Tidak Bersih
C12	Bening	Payau	Bau	28.4	5688	9321	6.47	Tidak Bersih

Berdasarkan Permenkes No.32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk keperluan Higieni Sanitasi atau air bersih dikatakan bahwa standar airtanah yang dapat dijadikan sebagai Higieni Sanitasi adalah yang tidak berasa, tidak berbau, memiliki suhu antara 26-30°C, pH 6,5-8,5 dan jumlah zat terlarut (TDS) 1000 mg/l.

Oleh karena itu, airtanah didaerah penelitian hanya 1 stasiun yang airtanahnya tergolong sebagai air bersih pada stasiun 6 (8,33%) dan 11 stasiun (91,66%) tidak memenuhi standar Permenkes No.32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk keperluan Higieni Sanitasi, karena jika ada parameter yang mencukupi tapi salah satu parameter tidak memenuhi syarat tetap saja airtanah tersebut tidak dapat dikatakan bersih.

4.6 Analisis Fasies Airtanah

Analisis hidrokimia airtanah yang telah dilakukan dilaboratorium berfungsi untuk mengetahui kandungan ion-ion mayor pada masing-masing sampel airtanah (**Tabel 4.6**). Konsentrasi ion-ion mayor tersebut masih dalam satuan mg/l yang

kemudian akan dilakukan perhitungan untuk menentukan konsentrasi ion-ion dalam *milliequivalent* per liter (meq/l).

Tabel 4.6 Konsentrasi Ion Mayor Airtanah Daerah Penelitian

No	Stasiun Sampel	Konsentrasi Ion Mayor (mg/l)						
		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²
1	St 2	20,8	14,7	45,1	135	240	145	27,4
2	St 4	16,7	34,5	57,5	427	563	516	36,9
3	St 8	19,2	40	19,3	62	133	54,5	179
4	St 9	75	202	23,6	1901	52,5	3842	286
	Nilai tertinggi	75	202	57,5	1901	563	3842	286
	Nilai terendah	16,7	14,7	19,3	62,0	52,5	54,5	27,4
	Nilai rata-rata	32,92	72,8	36,37	631,25	247,12	1139,37	132,32

Data tabel diatas merupakan perwakilan dari 12 sumur untuk kandungan analisis hidrokimia airtanah dari daerah penelitian. Keempat titik tersebut diambil berdasarkan titik tempat berkumpulnya air sebagai bahan dasar acuan untuk menentukan jenis fasies airtanah dari daerah penelitian yang dianalisis data hidrokimianya.

Berdasarkan ambang batas baku mutu kualitas air yang diperbolehkan menurut Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 terdapat beberapa unsur yang disyaratkan dalam penentuan kualitas air yaitu unsur Na dengan kandungan maksimal yang diperbolehkan 200mg/l, kandungan maksimal unsur HCO₃ yang diperbolehkan 500mg/l, kandungan maksimal unsur Cl yang diperbolehkan 250 mg/l, kandungan maksimal unsur SO₄ yang diperbolehkan 250mg/l dan unsur Mg, Ca, K menurut Permenkes tidak dipersyaratkan dalam baku mutu kualitas air.

Hasil analisa laboratorium menunjukkan bahwa kandungan Na didaerah penelitian berkisar antara 62mg/l-1901mg/l, dan nilai rata-rata 631,25mg/l konsentrasi Na tidak layak berdasarkan Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010. Kandungan HCO₃ berkisar antara 52,65mg/l-563mg/l, nilai rata-rata 247,12mg/l. Konsentrasi HCO₃ masih tergolong layak.

Kandungan Cl mempunyai nilai yang berkisar antara 54,5mg/l-3842mg/l dan nilai rata-rata 1139,37mg/l, konsentrasi Cl berada tergolong tidak layak. Kandungan SO₄ mempunyai nilai yang berkisar antara 27,4mg/l-286mg/l dan

nilai rata-rata 132,32mg/l, konsentrasi SO₄ masih berada dibawah ambang batas yang diperbolehkan. Berdasarkan konsentrasi ion-ion mayor dalam sampel airtanah maka sampel ada sebagian tidak memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai air minum dan air bersih.

4.6.1 Unit Setara Listrik / *Electrical Equivalent Unit (EQ)*

Berdasarkan konsentrasi ion mayor yang terdapat dalam sampel airtanah, dilakukan perhitungan unit setara listrik (EQ) yang dapat dilihat pada **Tabel 4.7**

Tabel 4.7 Nilai Electrical Equivalent Unit (EQ) Airtanah Daerah Penelitian

No	Stasiun Sampel	Konsentrasi Ion Mayor (meq/l)						
		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²
1	St 2	1,04	1,21	1,15	5,87	3,93	4,08	0,57
2	St 4	0,83	2,84	1,47	18,57	9,23	14,54	0,77
3	St 8	0,96	3,29	0,49	2,70	2,18	1,54	3,73
4	St 9	3,74	16,62	0,60	82,65	0,86	108,23	5,96
	Nilai tertinggi	3,74	16,62	1,47	82,65	9,23	108,23	5,96
	Nilai terendah	0,83	1,21	0,49	2,70	0,86	1,54	0,57
	Nilai rata-rata	1,64	5,99	0,93	27,45	4,05	32,10	2,76

Berdasarkan tabel diatas diketahui nilai konsentrasi masing – masing ion terlarut pada sampel airtanah yang diukur dalam mg/l atau ppm (*partpermillion*) untuk unit setara listrik, dengan satuan meq/l (*milliequivalen perliter*). Data diatas menunjukkan bahwa terdapat ion-ion pada beberapa sampel airtanah yang memiliki nilai konsentrasi maksimum dan nilai konsentrasi minimum.

Nilai konsentrasi maksimum untuk ion kalsium 3,74 meq/l terdapat pada sumur 9, nilai konsentrasi maksimum magnesium 16,62 meq/l terdapat pada sumur 9, nilai konsentrasi maksimum kalium 1,47 meq/l terdapat pada sumur 4, nilai konsentrasi maksimum natrium 82,65 meq/l terdapat pada sumur 9, nilai konsentrasi maksimum untuk ion bikarbonat adalah 9,23 meq/l yang terdapat pada sumur 4, nilai konsentrasi maksimum klorida 108,23 meq/l terdapat pada sumur 9, dan nilai konsentrasi maksimum sulfat 5,96 meq/l terdapat pada sumur 9.

Kandungan unsur dengan nilai yang lebih besar pada airtanah adalah natrium pada unsur kation dan klorida pada unsur anion. Dominannya unsur ini

dipengaruhi oleh kondisi akuifer yang tersusun atas batuan sedimen yang terendapkan pada masa kuartar (Heidrick dan Aulia, 1993). Kalsium dan natrium hadir dalam mineral - mineral yang resisten sebagai semen dan pada akuifer tersimpan dalam waktu yang lama menyebabkan tingginya konsentrasi unsur ini pada airtanah di daerah penelitian. Kandungan klorida yang tinggi disebabkan oleh pasang surut air laut sehingga merembes ke air sumur (wayan pira adi pratama 2017) atau dapat diperkirakan berasal dari aktifitas *anthropogenic* (freeze and cherry 1979).

Untuk mengetahui sumber klorida pada lokasi yang diindikasikan telah terkontaminasi air asin maka perlu dilakukan perbandingan rasio Natrium – Klorida. Rasio Na/Cl yang tinggi (>1) mencirikan karakter sumber *anthropogenic*, sedangkan rasio Na/Cl (<1) berasal dari kontaminasi air laut (Tantowi eko prayogi dkk,2015) (**Tabel 4.8**).

Tabel 4.8 Nilai Rasio Na-Cl Airtanah Daerah Penelitian

No Sumur	Na (Meq/L)	Cl (Meq/L)	Rasio Na/Cl
C2	5,87	4,08	1,43
C4	18,57	14,54	1,27
C8	2,70	1,54	1,75
C9	82,65	108,23	0,76

Hasil rasio pada daerah penelitian mengindikasikan bahwa kandungan klorida pada airtanah disebabkan oleh proses *anthropogenic* dikarenakan Na-Cl >1 . Kelompok fasies ini ditemukan pada sumur C2, C4, C8, sedangkan sumur C9 disebabkan oleh intrusi air laut karena Na-Cl <1 . Sumur C9 berada pada tengah daerah penelitian dan secara administratif berada ditengah pulau bengkalis, akan tetapi tidak menutup kemungkinan sumur C9 terkontaminasi air laut dikarenakan pasang surut air laut ke arah sungai atau parit buatan didaerah sumur C9.

4.6.2 Keseimbangan Listrik / Electrical Balance (EB)

Langkah pertama dilakukan sebelum melakukan analisis hidrogeokimia pada unsur mayor (Mg, Na, K, Ca, Cl, HCO₃ dan SO₄) adalah melakukan analisis keseimbangan ion (Gilli et al., 2012). Kandungan ion dalam airtanah

tanah seharusnya memiliki ion positif dan ion negatif yang jumlahnya sama (Effendi, 2003). Hal ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk melakukan evaluasi (analisis hidrogeokimia) terhadap hasil analisis laboratorium dengan menggunakan keseimbangan ion (*Charge Balance Error /CBE*) yang didasarkan pada nilai kandungan ion mayor dalam tanah. Nilai keseimbangan listrik airtanah dapat dilihat pada (Tabel 4.9).

Tabel 4.9 Nilai Keseimbangan Listrik Airtanah Daerah Penelitian

Sampel sumur	Nilai Electrical Balance (%)	keterangan
St 2	3,81	Wajar
St 4	-1,71	Wajar
St 8	-0,08	Wajar
St 9	-5,23	Tidak wajar

Berdasarkan pada tabel diatas, terlihat bahwa *Electrical Balance* (EB) pada 3 sampel sumur masih dianggap wajar bila memiliki nilai $EB < 5\%$ (Freeze dan Cherry, 1979). Dari sampel yang dianalisa terdapat 1 stasiun yang memiliki nilai EB tidak wajar yaitu pada stasiun 9 dengan nilai EB $-5,23\%$ dan 3 sampel lainnya memiliki nilai wajar yaitu pada stasiun 2 dengan nilai EB $3,81\%$, stasiun 4 dengan nilai EB $-1,71\%$ dan stasiun 8 dengan nilai EB $-0,08\%$. Nilai negatif disebabkan karena nilai ion-ion anion lebih besar dari pada ion-ion kation (Effendi, 2003).

Penyimpangan nilai EB ini disebabkan karena adanya pengaruh ion-ion anion yang mendominasi dibandingkan ion ion kation (khew, 2001) pada airtanah ataupun dari kesalahan pengambilan data seperti, wadah yang kurang steril, waktu pengambilan sampel, lama penyimpanan sampel air dan pada saat uji laboratorium.

Hal-hal tersebut dapat dijadikan alasan pemicu adanya kontaminasi pada sampel uji sehingga hasil analisis menjadi kurang akurat. Tingkat keakuratan data atau penyimpangan nilai EB sangatlah berpengaruh terhadap kualitas interpretasi atau analisis data. Data yang tidak akurat akan menghadirkan bias dalam proses interpretasi.

4.6.3 Metode Klasifikasi Kurlof

Metode ini digunakan untuk mengetahui nama airtanah berdasarkan nilai mol equivalen perliter dari masing-masing ion yang diperoleh dari perkalian konsentrasi ion (mg/l) dengan valensi dibagi dengan berat atom dari ion, kemudian dicari nilai persentase ion-ion dan nilai tertinggi pada kation dan anion yang digunakan untuk penamaan airtanah, metode analisis kandungan ion dengan klasifikasi Kurlov berdasarkan pada presentase konsentrasi ion paling dominan. Kation dan anion dengan konsentrasi lebih dari 25% akan menentukan penamaan tipe airtanah, untuk hasil perhitungan metode kurlof dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Hidrokimia Sampel Stasiun 2

<i>Ionc</i>	<i>Conc mg/l</i>	<i>Valence</i>	<i>Atom weight</i>	<i>Conc (meq/l)</i>	<i>(%meq/l)</i>
Na ⁺¹	135	1	23	5,87	63,32
K ⁺	45,1	1	39,1	1,15	12,44
Ca ⁺²	20,8	2	40,08	1,04	11,20
Mg ⁺²	14,7	2	24,31	1,21	13,05
Total meq/l cations				9,27	
Cl ⁻¹	145	1	35,5	4,08	47,55
HCO ₃ ⁻	240	1	61	3,93	45,80
SO ₄ ⁻²	27,4	2	96	0,57	6,64
Total meq/l anions				8,58	
Kelas air	Natrium Klorida (Na Cl)				

Pada stasiun 2 diketahui nilai kation tertinggi adalah ion Na sebesar 63,32% dari total kation sedangkan pada anion ion tertinggi adalah Cl sebesar 47,55% dari total anion. Penamaan airtanah diambil berdasarkan pada kation dan anion yang mendominasi, dan airtanah pada stasiun 2 ini dinamakan Natrium Klorida (**Tabel 4.10**).

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Hidrokimia Sampel Stasiun 4

<i>Ionc</i>	<i>Conc mg/l</i>	<i>Valence</i>	<i>Atom weight</i>	<i>Conc (meq/l)</i>	<i>(%meq/l)</i>
Na ⁺¹	42,7	1	23	18,57	78,32
K ⁺	57,5	1	39,1	1,47	6,20
Ca ⁺²	16,7	2	40,08	0,83	3,50
Mg ⁺²	34,5	2	24,31	2,84	11,98
Total meq/l cations				23,71	
Cl ⁻¹	516	1	35,5	14,54	59,25
HCO ₃ ⁻	563	1	61	9,23	37,61
SO ₄ ⁻²	36,9	2	96	3,13	3,14
Total meq/l anions				24,54	
Kelas air	Natrium Klorida (Na Cl)				

Pada stasiun 4 diketahui nilai kation tertinggi adalah ion Na sebesar 78,32% dari total kation sedangkan pada anion ion tertinggi adalah Cl sebesar 59,25% dari total anion. Penamaan airtanah diambil berdasarkan pada kation dan anion yang mendominasi, dan airtanah pada stasiun 4 ini dinamakan Natrium Klorida (Tabel 4.11).

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Hidrokimia Sampel Stasiun 8

<i>Ionc</i>	<i>Conc mg/l</i>	<i>Valence</i>	<i>Atom weight</i>	<i>Conc (meq/l)</i>	<i>(%meq/l)</i>
Na ⁺¹	62	1	23	2,70	36,29
K ⁺	19,3	1	39,1	0,49	6,59
Ca ⁺²	19,2	2	40,08	0,96	12,90
Mg ⁺²	40	2	24,31	3,29	44,22
Total meq/l cations				7,44	
Cl ⁻¹	54,5	1	35,5	1,54	20,67
HCO ₃ ⁻	133	1	61	2,18	29,26
SO ₄ ⁻²	179	2	96	3,73	50,07
Total meq/l anions				7,45	
Kelas air	Magnesium Sulfat (Mg SO ₄)				

Pada stasiun 8 diketahui nilai kation tertinggi adalah ion Mg sebesar 44,22% dari total kation sedangkan pada anion ion tertinggi adalah SO₄ sebesar 50,07% dari total anion. Penamaan airtanah diambil berdasarkan pada kation dan anion yang mendominasi, dan airtanah pada stasiun 8 ini dinamakan Magnesium Sulfat (Tabel 4.12).

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Hidrokimia Sampel Stasiun 9

<i>Ionc</i>	<i>Conc mg/l</i>	<i>Valence</i>	<i>Atom weight</i>	<i>Conc (meq/l)</i>	<i>(%meq/l)</i>
Na ⁺¹	1901	1	23	82,65	79,77
K ⁺	23,6	1	39	0,60	0,58
Ca ⁺²	75	2	40	3,74	3,61
Mg ⁺²	202	2	24	16,62	16,04
Total meq/l cations				103,61	
Cl ⁻¹	3842	1	35	108,23	94,07
HCO ₃ ⁻	52,5	1	61	0,86	0,75
SO ₄ ⁻²	286	2	92	5,96	5,18
Total meq/l anions				115,05	
Kelas air	Natrium Klorida (Na Cl)				

Pada stasiun 9 diketahui nilai kation tertinggi adalah ion Na sebesar 79,77% dari total kation sedangkan pada anion ion tertinggi adalah Cl sebesar 94,07% dari total anion. Penamaan airtanah diambil berdasarkan pada kation dan

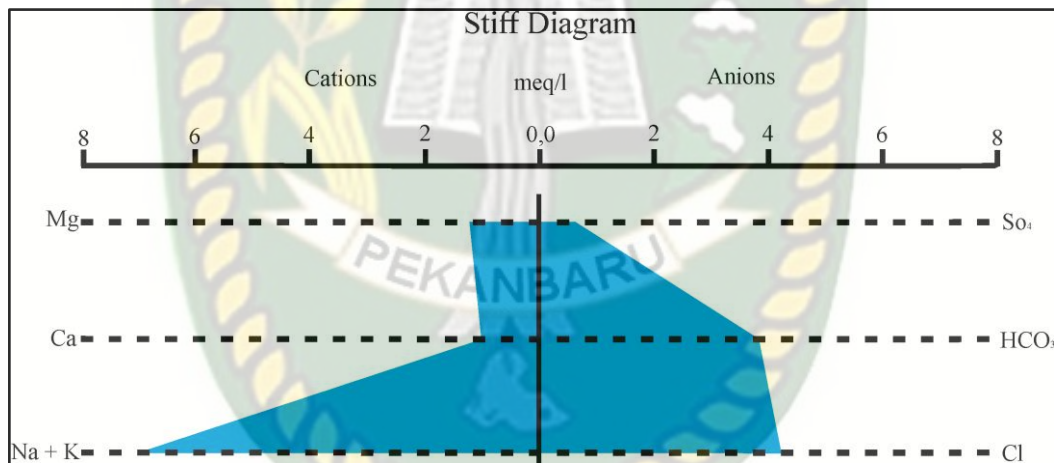
anion yang mendominasi, dan airtanah pada stasiun 9 ini dinamakan Natrium Klorida (Tabel 4.13).

4.6.4 Analisis Diagram Stiff

Tipe dominan airtanah di daerah penelitian dapat ditentukan menggunakan stiff diagram dengan melihat konsentrasi ion-ion yang dominan dalam airtanah.

4.6.4.1 Analisis Diagram Stiff Stasiun 2

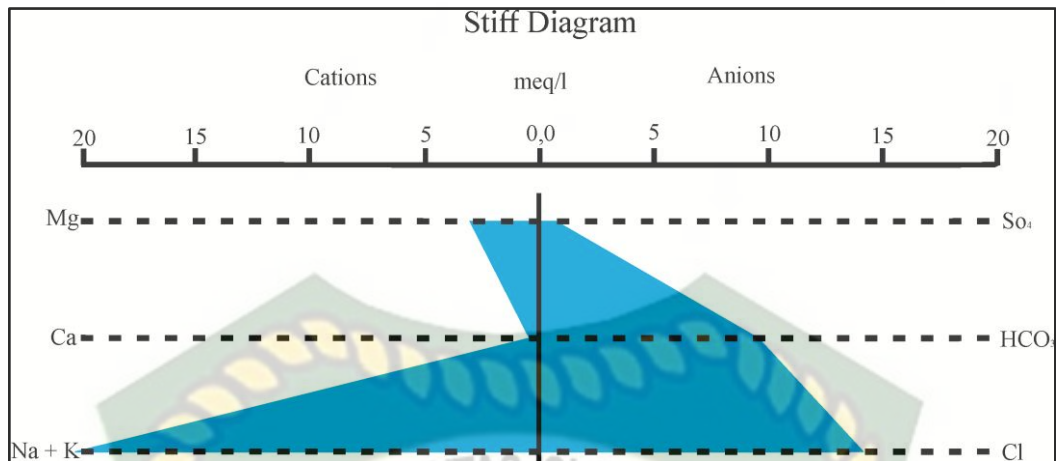
Berdasarkan perhitungan analisis diagram stiff pada stasiun 2 didominasi oleh Na-Cl yang merupakan tipe Natrium Klorida. Untuk unsur Na disebabkan pengaruh oleh kondisi akuifer yang tersusun atas batuan sedimen yang terendapkan pada masa kuartar (Heidrick & Aulia, 1993). Unsur Cl akibat proses *anthropogenic* (Freeze & Cherry 1979) karena limbah rumah tangga pada daerah penelitian (Gambar 4.20).



Gambar 4.20 Diagram Stiff Stasiun 2

4.6.4.2 Analisis Diagram Stiff Stasiun 4

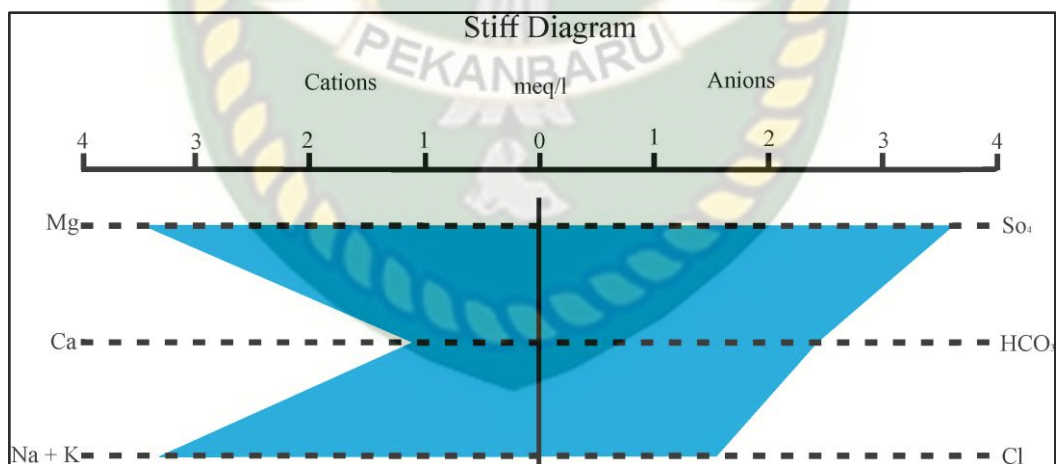
Berdasarkan perhitungan analisis diagram stiff pada stasiun 4 didominasi oleh Na-Cl yang merupakan tipe Natrium Klorida. Untuk unsur Na disebabkan pengaruh oleh kondisi akuifer yang tersusun atas batuan sedimen yang terendapkan pada masa kuartar (Heidrick & Aulia, 1993). Unsur Cl akibat proses *anthropogenic* (Freeze & Cherry 1979) karena limbah rumah tangga pada daerah penelitian (Gambar 4.21).



Gambar 4.21 Diagram Stiff Stasiun 4

4.6.4.3 Analisis Diagram Stiff Stasiun 8

Berdasarkan perhitungan analisis diagram stiff pada stasiun 8 didominasi oleh Mg-SO₄ yang merupakan tipe Magnesium Sulfat. Unsur Mg menunjukkan komposisi kimiawi yang telah dipengaruhi oleh batuan penyusun akuifernya, airtanah jenis ini memiliki komposisi kimia yang mirip dengan air hujan (Siftianidarr.,2016). Unsur SO₄ akibat proses oksidasi mineral sulfat terhadap komposisi kimia airtanah (Candra.2007) (**Gambar 4.22**).

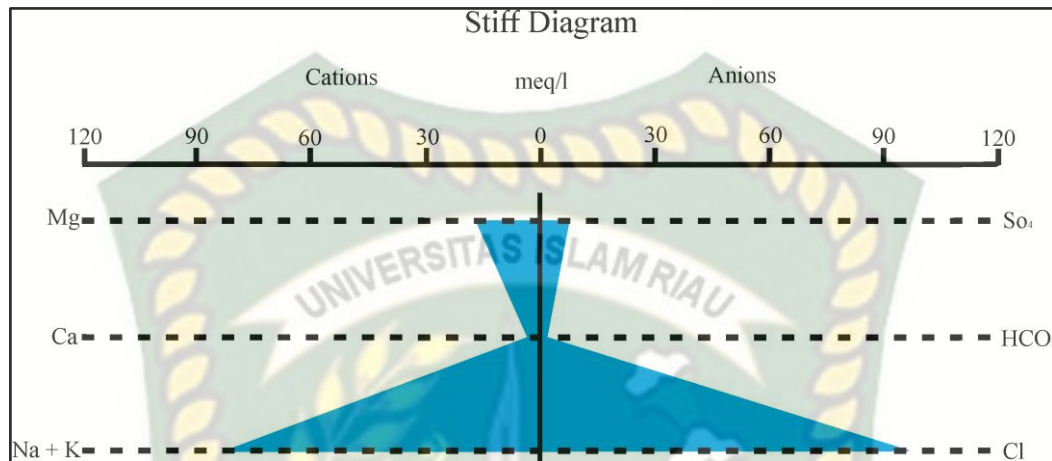


Gambar 4.22 Diagram Stiff Stasiun 8

4.6.4.4 Analisis Diagram Stiff Stasiun 9

Berdasarkan perhitungan analisis diagram stiff pada stasiun 9 didominasi oleh Na-Cl yang merupakan tipe Natrium Klorida. Untuk unsur Na disebabkan pengaruh oleh kondisi akuifer yang tersusun atas batuan sedimen yang terendapkan pada masa kuartar (Heidrick & Aulia,1993). Unsur Cl

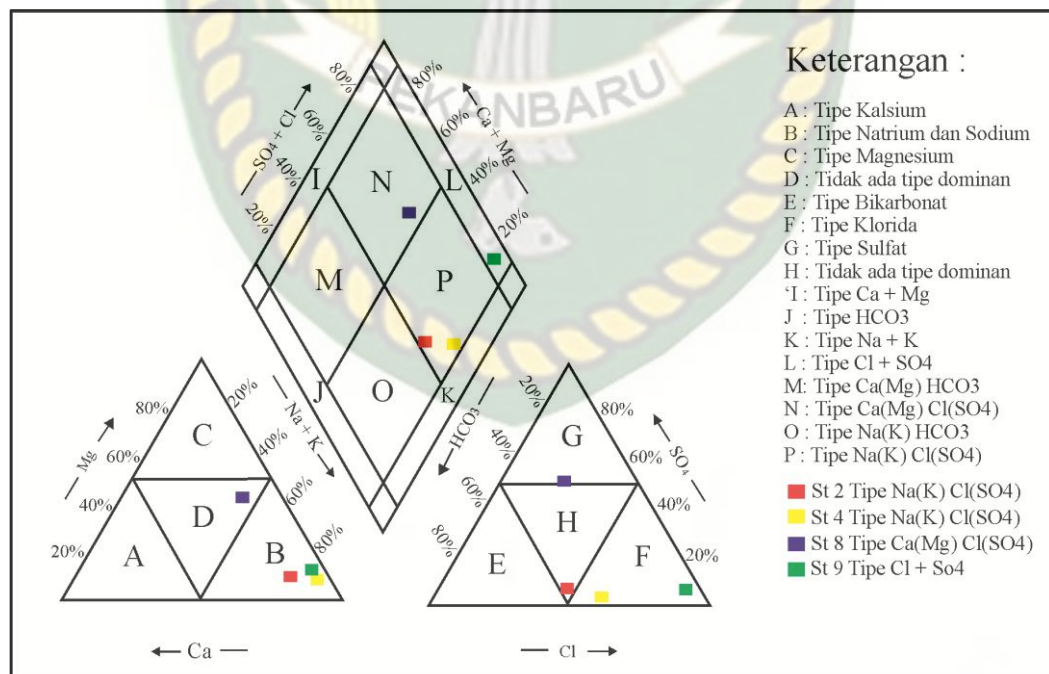
disebabkan oleh pasang surut air laut sehingga merembes ke air sumur (wayan pira adi pratama 2017). Nilai rasio sumur C9 Na-Cl <1 kemungkinan pasang surut air laut ke arah sungai atau parit buatan didaerah ini sehingga merembes ke sumur gali menyebabkan tingginya nilai Cl. (**Gambar 4.23**).



Gambar 4.23 Diagram Stiff Stasiun 9

4.6.5 Analisis Diagram Piper

Berikut hasil analisis kimia airtanah menggunakan diagram piper pada daerah penelitian (**Gambar 4.24**)



Gambar 4.24 Diagram Piper fasies airtanah di daerah penelitian

Berdasarkan hasil dan analisis diagram piper daerah penelitian dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok fasies airtanah, yaitu kelompok fasies Na(K) Cl(SO₄)

pada kolom P, Kelompok fasies Ca(Mg) Cl(SO₄) pada kolom N dan kelompok fasies Cl+SO₄ pada kolom L sebagai berikut :

4.6.5.1 Kelompok Fasies Na(K)Cl(SO₄)

Berdasarkan perhitungan analisa diagram piper, pada stasiun 2 dan stasiun 4 didominasi oleh tipe Na-Cl. Kandungan Na dominannya unsur ini disebabkan pengaruh kondisi akuifer yang tersusun atas batuan sedimen yang terendapkan pada masa kuartar (Hedric Aulia , 1993). Unsur Cl diperkirakan oleh proses hidrolisis (Yang dan Guang 2013) ataupun proses *anthropogenic* (Freeze and Cheery, 1979).

Hasil rasio pada daerah penelitian mengindikasikan bahwa sampel airtanah mengalami proses antropogenik dikarenakan Na-Cl>1 (Tantowi eko prayogi dkk,2015). Aktifitas manusia seperti limbah rumah tangga, penggunaan pestisida menyebabkan terkontaminasinya airtanah pada kelompok fasies Na(K)Cl(SO₄).

4.6.5.2 Kelompok Fasies Ca(Mg) Cl(SO₄)

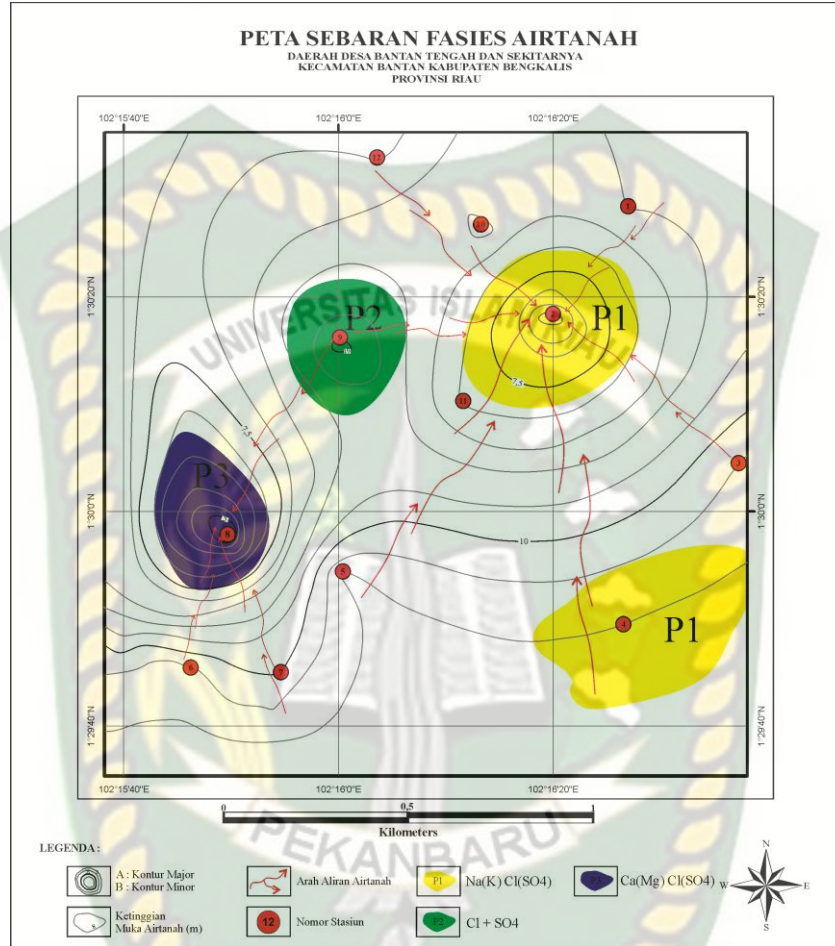
Berdasarkan perhitungan analisa diagram piper, pada stasiun 8 didominasi oleh Mg-SO₄ Kandungan Mg menunjukkan komposisi kimiawi yang telah dipengaruhi oleh batuan penyusun akuifernya, airtanah jenis ini memiliki komposisi kimia yang mirip dengan air hujan (Siftianidarr.,2016). Sedangkan untuk unsur SO₄ akibat proses oksidasi mineral sulfat terhadap komposisi kimia airtanah (Candra.2007).

4.6.5.3 Kelompok Fasies Cl + SO₄

Berdasarkan perhitungan analisa diagram piper, pada stasiun 9 didominasi oleh tipe Cl + SO₄, disebabkan karena intensitas proses evaporasi yang tinggi. Proses evaporasi dapat menunjukkan bahwa pada masa lampau daerah tersebut merupakan daerah yang dipengaruhi air laut (Afriyani, M.C dkk 2020). Unsur Cl disebabkan oleh pasang surut air laut sehingga merembes ke air sumur (wayan pira adi pratama 2017). Kelompok fasies Cl + SO₄ berada pada tengah penelitian, sementara adanya sungai dibagian barat laut di luar daerah penelitian menyebabkan adanya pasang surut air laut sehingga merembes ke sumur gali menyebabkan tingginya nilai Cl.

4.6.6 Persebaran Fasies Airtanah

Berdasarkan pengolahan data laboratorium konsentrasi ion mayor, maka diperoleh peta sebaran fasies airtanah seperti pada **Gambar 4.25**.



Gambar 4.25 Peta Sebaran Fasies Airtanah Daerah Penelitian

Dilihat dari pola kontur dan kedalaman muka airtanah pusat perkumpulan airtanah, nilai MAT tertinggi 11,1 meter (St 4) mengalir ke utara menuju MAT yang terendah (Maulana,2019). Berdasarkan analisa kimia, perhitungan klasifikasi kurlov, diagram stiff dan diagram piper fasies tanah daerah penelitian terbagi 3 macam kelompok fasies Na(K)Cl(SO₄) yang mengisi pada tenggara hingga timur laut daerah penelitian, kelompok fasies Cl+SO₄ berada di tengah daerah penelitian dan kelompok fasies Ca(Mg)Cl(SO₄) yang mengisi pada daerah barat penelitian.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dilapangan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan dan analisis yang dilakukan, didapatkan hasil persebaran muka airtanah (*ground water*) diketahui bahwa pusat berkumpulnya airtanah, yaitu pada stasiun 3 dengan nilai MAT 10,61 meter, stasiun 4 dengan nilai MAT 11,1 dan stasiun 5 dengan nilai MAT 11,03 meter mengalir kearah stasiun 2 dengan nilai MAT 6,16 meter didaerah penelitian. Sementara itu, stasiun 6 dengan nilai MAT 10,69 meter dan stasiun 7 dengan nilai MAT 10,25 meter mengalir kearah stasiun 8 dengan nilai MAT 5,03 meter didaerah penelitian. Arah aliran airtanah pada lokasi penelitian Selatan-Utara dan Selatan-Baratdaya.
2. Hasil analisis parameter fisika dari 12 stasiun didapati warna airtanah coklat 6 stasiun (50%), warna keruh 3 stasiun (25%) dan warna bening 3 stasiun (25%); didapati rasa airtanah pada 7 stasiun (58%) tidak berasa (58%) dan 5 stasiun (42%) payau; didapati airtanah yang berbau 9 stasiun (75%) dan yang tidak berbau 3 stasiun (25%); didapati suhu antara 28,3°C -28,6°C; didapati nilai TDS 375,2 mg/l - 6765 mg/l dan didapati nilai DHL 616 $\mu\text{S}/\text{cm}$ - 11.110 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Berdasarkan hasil analisis parameter kimia didapati nilai pH berkisar antara 6,43-6,58.
3. Dari 12 stasiun sumur terdapat 1 stasiun sumur yang memenuhi standar Permenkes RI No 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang syarat air layak konsumsi yaitu pada st 6 (8,33%) dan tidak memenuhi syarat pada 11 stasiun (91,66%) st1, st2, st3, st4, st5, st7, st8, st9, st10, st11 st 12. Jika dibandingkan lagi dengan Permenkes RI No.32 Tahun 2017 tentang standar baku air untuk sanitasi hanya 1 stasiun (8,33%) yang bersih pada stasiun 6 dan 11 stasiun (91,66%) tidak memenuhi standar Permenkes.

4. Analisis fasies kimia airtanah dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 4 sampel sumur airtanah sebagai perwakilan daerah penelitian yaitu pada st2, st4, st8 dan st9. Analisis dilakukan dengan menggunakan 3 klasifikasi metode yaitu Kurlof, diagram Stiff dan diagram Piper yang memberikan hasil bahwa didaerah penelitian terbagi atas 3 kelompok fasies airtanah yaitu Kelompok fasies $\text{Na(K)Cl(SO}_4\text{)}$ yang mengisi pada bagian tenggara hingga timur laut daerah penelitian, Kelompok fasies $\text{Ca(Mg)Cl(SO}_4\text{)}$ yang mengisi pada bagian barat daerah penelitian dan Kelompok fasies $\text{Cl} + \text{SO}_4$ yang mengisi pada bagian tengah penelitian.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Sebaiknya masyarakat Desa Bantan Tengah tidak lagi memanfaatkan air sumur gali untuk kebutuhan sehari-hari karena sebagian besar airtanah tidak layak dikonsumsi dan tidak layak digunakan untuk mandi maupun mencuci.
- 2) Pemerintah Daerah setempat dapat memberikan bantuan air bersih seperti air PDAM untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat sehari-hari.
- 3) Untuk penelitian selanjutnya dapat diteliti lebih lanjut lagi agar mengetahui fenomena intrusi air laut yang terjadi didaerah penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Apelo, C.A.J. & Postma. 1993. *Geochemistry, Ground water and Pollution, Rotterdam, Brook-field.*
- Arsyad, S. (2000). *Konservasi Tanah dan Air.* Serial Pustaka IPB Press.
- Bastira, S.H., dkk. 2020. *Kondisi Geologi Bawah Permukaan Berdasarkan Analisa Geolistrik dan Perhitungan Neraca Air Pada Desa Perapat Tunggal dan Sekitarnya, Pulau Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau.* Jurnal Geosains dan Teknologi 3 (3) : 116-128
- Cahyadi, A. (2012). *Permasalahan Sumberdaya Air di Pulau Karang Sangat Kecil (Studi Kasus di Pulau Pramuka, Kabupaten Kepulauan Seribu, DKI Jakarta).* Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Semarang: Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro
- Custodio, E. (2005). *Groundwater and Human Development.* A.A. Balkema Publisher.ChOW, VT, Applied Hydrology, 1988.
- Danaryanto et al, ESDM 2005, *Air Tanah di Indonesia dan Pengelolaannya.*
- Effendi, H. (2003) *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan Perairan.* Kanisius
- Freeze & Cherry.1979. *Groundwater Hydrology.* Prentice-Hall
- Karmono. & dkk Joko Cahyono. 1978. Pengantar Penentuan Kualitas Air, *Serayu valley Project NUFFIC,* Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada
- Kausarian, H., Batara, B., & Putra, D. B. E. (2018). The Phenomena of Flood Caused by the Seawater Tidal and its Solution for the Rapid-growth City: A case study in Dumai City, Riau Province, Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 3(1), 39–46. <https://doi.org/10.24273/jgeet.2018.3.01.1221>
- Mairizki, F., & Cahyaningsih, C. (2016). Ground Water Quality Analysis in the Coastal of Bengkalis City Using Geochemistry Approach. *Journal of Dynamic*, 1(2).
- Melisa, D., 2012, *Evaluasi Kapasitas Perencanaan Embung Untuk Kebutuhan Irigrasi di Desa Seifulu Kabupaten Simeulue Tengah Nanggroe Aceh Darussalam (NAD),* Universitas Sumatra Utara, Medan.

Permenkes No.492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum. Jakarta.

Putra, D. B. E., Yuskar, Y., & Hadian, M. S. D. (2017). Hydrogeology Assessment Using Physical Parameter in Bengkalis Riau. In *Proceedings of the 2nd Join Conference of Utsunomiya University and Universitas Padjadjaran* (pp. 274–279).

Putra, D B E., Yuskar, Y ., Kausarian, K., Yaacob, W Z W., Hadian M S D., 2019. *Saltwater Intrusion Zone Mapping on Shallow Groundwater Aquifer in Selat Baru, Bengkalis Island, Indonesia*. *Journal of Geoscience Engineering Environment and Technology*.

Putra, D B E. Yuskar, Y., Kausarian, K., Yaacob, W Z W., Datta B., Harnum W P D., 2020 *Geochemistry of Groundwater and Saltwater Intrusion in a Coastal Region of an Island in Malacca Strait, Indonesia*. *Environment Engineering and Research*.

Ramadhan, Rian, 2013, *Aplikasi GIS Untuk Pemetaan Pola Aliran Airtanah di Kawasan Kecamatan Sukajadi Pekanbaru*, Academia.edu, Jakarta.

Rhoades, J.D., Kandiah, A. Dan Mashali, A., (1992). *Te Use of Saline Waters for Crop Production*. Roma: FAO.

Saeed, K., Kausarian, H., Shamsudin, A. R., & Yuskar, Y. (2014). and Authors Pages. *Science and Engineering*, 13.

Santosa, L. W. (2010). *Kajian Genesis Bentuk Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Hidrostratigrafi Akuifer dan Hidrogeokimia Sebagai Geoindikator Evolusi Airtanah Bebas Pada Bentang Lahan Kuarter Kabupaten Kulon Progo Bagian Selatan, Daerah Istimewa Yogyakarta*. Universitas Gadjah Mada.

Suhayardi, 1984, Diktat Kuliah: Geohidrologi (ilmu air tanah), Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Sosrodarsono, S dan K. Takeda 1987. *Hidrologi Untuk Pengairan*.

Suryadi, A., Putra, D. B. E., Kausarian, H., Prayitno, B., & Fahlepi, R. (2018). Groundwater eploration using Vertical Electrical Sounding (VES) Method at Toro Jaya, Langgam, Riau. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 3(4), 226-230.

Suripin 2002. *Pengelolaan Sumber Daya Tanah Dan Air*. Yogyakarta.

Sutrisno Totok dan Suciatur Emi i . 2010. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta. PT Rineka Cipta.

Thomas, H.E. *The Conservation of Groundwater*, 1951

Todd, D.K. 1980. *Groundwater Hydrology*. New York: John Wiley and Sons.

Undang-Undang Republik Indonesia No.7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air
Waluyo i .2009. *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang. UMM Press.

Walton, *Groundwater Resources Evolution*, 1970

Wibowo, A., 2010. *Karakteristik Akuifer dan Fasies Kimia Airtanah Daerah Ciharang, Kabupaten Bogor Propinsi Jawa Barat*. Skripsi. Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjajaran, Sumedang.

Younger, P.L. 2007. *Groundwater in The Environment*. Oxford, United Kindom: Blackwell Publishing.

Y.Kresna, 2018, *Karakteristik Geokimia Airtanah Daerah Selogiri dan Sekitarnya, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah*, Skripsi Sarjana Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada.

