



## Analisis Hidrogeokimia Air Tanah di Kabupaten Rembang Bagian Barat, Jawa Tengah, Indonesia

Maya Aiko Salsabila Putri\*, Fandika Virgiawan Hartanto, Amar Jihad Fadilah,  
Thomas Triadi Putranto

### Abstrak

Kabupaten Rembang merupakan sebuah kabupaten yang terletak di pesisir Provinsi Jawa Tengah yang tersusun atas Aluvium, Formasi Lidah, Anggota Selorejo, Formasi Paciran, Formasi Mundu, Formasi Ledok, Formasi Wonocolo, Formasi Bulu, Formasi Ngrayong, dan Formasi Tawun. Kabupaten Rembang dan sekitarnya berada pada Zona Non CAT, yang tersusun oleh badan air permukaan, dan beberapa lapisan akuifer. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hidrogeokimia air tanah di Kabupaten Rembang. Analisis hidrogeokimia dilakukan pada 30 titik minatan, meliputi 8 mata air, 14 sumur bor, 8 sumur gali. Hasil pengujian hidrogeokimia di laboratorium menunjukkan nilai pH air tanah sebesar 7.0 – 7.9. Nilai DHL air tanah sebesar 518 – 7290  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Nilai TDS sebesar 345–4860 mg/L. Hasil plot Diagram Stiff menunjukkan adanya enam tipe air tanah (Kalsium Bikarbonat, Natrium Bikarbonat, Natrium Klorida, Magnesium Bikarbonat, Kalsium Sulfat, dan Kalsium Klorida), sedangkan hasil plot Diagram Piper menunjukkan bahwa seluruh sampel masuk ke dalam fasies *alkaline earth water predominantly hydrocarbonate*. Hasil plot Diagram Gibbs menunjukkan bahwa seluruh sampel masuk ke dalam kategori *rock dominance*. Berdasarkan analisis hidrogeokimia air tanah, daerah penelitian memiliki kualitas air tanah yang baik untuk digunakan dalam kegiatan sehari-hari.

**Kata kunci:** air tanah; DHL; hidrogeokimia; kualitas; pH; Rembang; TDS.

### Abstract

*Rembang Regency is a regency located on the coast of Central Java Province, which is composed of Alluvium, Tongue Formation, Selorejo Member, Paciran Formation, Mundu Formation, Ledok Formation, Wonocolo Formation, Bulu Formation, Ngrayong Formation, and Tawun Formation. Rembang Regency and its surroundings are in the Non-CAT Zone, which is composed of surface water bodies and several aquifer layers. This research is to analyze the hydrogeochemistry of groundwater in Rembang Regency. Hydrogeochemical analysis was carried out at 30 points of interest, including 8 springs, 14 drilled wells, 8 dug wells. The results of hydrogeochemical tests in the laboratory showed a groundwater pH value of 7.0 – 7.9. Groundwater DHL value is 518 – 7290  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . The TDS value is 345 – 4860 mg/L. The Stiff Diagram plot results show the presence of six types of groundwater (Calcium Bicarbonate, Sodium Bicarbonate, Sodium Chloride, Magnesium Bicarbonate, Calcium Sulfate, and Calcium Chloride), while the Piper Diagram plot results show that all samples belong to the predominantly alkaline earth water facies. The results of the Gibbs diagram plot show that all samples fall into the category of rock dominance. Based on the hydrogeochemical analysis of groundwater, the research area has good-quality groundwater for use in daily activities.*

**Keywords:** groundwater; DHL; hydrogeochemical; quality; pH; Rembang; TDS.

### PENDAHULUAN

Kabupaten Rembang bagian barat terdiri dari enam Kecamatan, yaitu Kecamatan Kaliorejo, Kecamatan Rembang, Kecamatan Sumber, Kecamatan Sulang, Kecamatan Bulu, dan Kecamatan Gunem (Gambar 1). Kecamatan-kecamatan tersebut, saat ini telah menjadi salah satu pusat pertanian dan perdagangan di Provinsi

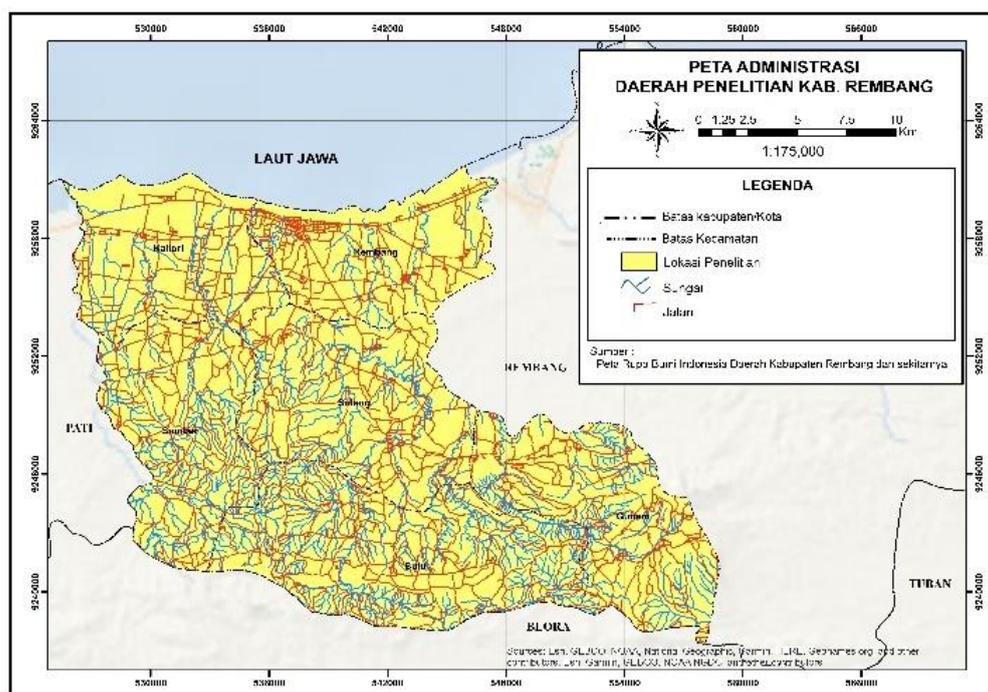
Jawa Tengah. Adanya perubahan ini, tentunya dapat mengakibatkan perubahan-perubahan pada kualitas air, khususnya air tanah. Penelitian mengenai kualitas air tanah ini perlu dilakukan untuk membantu mengevaluasi kondisi kualitas air tanah sebagai kondisi dasar (*baseline*) dari kualitas air tanah di Kabupaten Rembang bagian barat.

\*) Korespondensi: mayaaikosalsabilaput@students.undip.ac.id

Diajukan : 3 Maret 2023

Diterima : 5 September 2023

Diterbitkan : 18 Desember 2023



Gambar 1. Peta Administrasi Daerah Penelitian

## TINJAUAN PUSTAKA

### Air tanah

Air tanah merupakan bagian dari siklus hidrologi yang berlangsung di alam, serta terdapat dalam batuan yang berada di bawah permukaan tanah meliputi keterdapatannya, penyebarannya dan pergerakan air tanah dengan penekanan pada hubungannya terhadap kondisi geologi suatu daerah (Danaryanto dkk., 2007). Kualitas air merupakan sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain di dalam air.

Kajian hidrogeokimia menjadi sorotan yang penting untuk dikaji dalam studi air tanah (Sracek dan Zeman, 2004). Hal tersebut disebabkan kondisi air tanah baik secara kualitas maupun kuantitas dipengaruhi oleh formasi geologi dari setiap mineral batuan yang akan membentuk unsur atau senyawa kimia. Interaksi air tanah dengan material penyusun akuifer akan mempengaruhi proses hidrogeokimia dalam air tanah tersebut. Hal ini diperkuat oleh Santosa (2010) yang menyatakan bahwa karakteristik kimia air tanah sangat bergantung pada mineral batuan penyusun akuifernya. Interaksi antara air tanah dengan mineral batuan penyusun akuifer secara dinamis akan mempengaruhi proses hidrogeokimia air tanah.

Clarck (2015) menyatakan bahwa terdapat

proses-proses kimia seperti pertukaran kation, pelarutan garam, dan pencampuran antara air tanah dengan air asin. Proses-proses tersebut berpengaruh pada perkembangan hidrogeokimia air tanah, yang terdiri dari parameter fisika, parameter kimia, dan parameter biologi. Danaryanto dan Hadipurwo (2006) menyatakan bahwa sifat fisik air tanah diantaranya adalah: warna, bau dan rasa, kekentalan, kekeruhan, dan suhu.

### Hidrogeokimia air tanah

Sifat kimia air tanah yaitu sifat air tanah atau kondisi kimiawi air tanah yang mempengaruhi kualitas air tanah. Beberapa penelitian yang telah mengkaji hidrogeokimia dan menjadi referensi untuk penelitian ini disajikan dalam Tabel 4. Sifat kimia air tanah, diuji dalam lima parameter yaitu:

- Kesadahan merupakan kandungan mineral dalam air yang umumnya sebagai  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{+}$ . Dalam hal ini, kesadahan dikelompokkan menjadi dua, yaitu kesadahan karbonat dan kesadahan non karbonat. Untuk memperoleh nilai kesadahan, dapat dilakukan perhitungan ion Ca dan Mg.
- Keasaman air atau nilai harga pH ini dipengaruhi oleh konsentrasi ion hidrogen (klasifikasi dalam Tabel 1.). Nilai pH suatu

perairan mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air dan merupakan pengukuran konsentrasi ion hidrogen dalam larutan. pH air dapat mempengaruhi jumlah dan susunan zat dalam lingkungan perairan dan mempengaruhi tersedianya hara-hara serta toksisitas dari unsur-unsur renik.

- c. DHL atau daya hantar listrik merupakan sifat atau kemampuan air dalam menghantarkan listrik (klasifikasi dalam Tabel 2.). Semakin tinggi temperatur dan ion klorida maka nilai DHL nya juga semakin tinggi dan sebaliknya semakin rendah nilai DHL maka suhu maupun ion klorida akan rendah pula.
- d. TDS atau *Total Dissolved Solids* merupakan konsentrasi unsur mineral terlarut dalam air (klasifikasi dalam Tabel 3.). Padatan terlarut meliputi garam-garam anorganik dan sejumlah kecil zat organik serta gas.
- e. Kandungan Ion, dalam kandungan air tanah terdapat unsur kation dan anion. Untuk kation dapat berupa magnesium, kalsium, sodium, potassium. Kemudian, untuk ion anion dapat berupa sulfat, nitrat, klorida, karbonat.

**Tabel 1.** Derajat pH (Suharyadi, 1984)

No	Nilai pH	Keterangan
1.	< 7	Asam
2.	= 7	Netral
3.	> 7	Basa

**Tabel 2.** Klasifikasi air berdasarkan nilai DHL (Wilcox, 1955)

No	Nilai DHL	Kualitas Air
1.	< 250	Sangat Baik
2.	250 - 750	Baik
3.	750 - 2000	Sedang
4.	2000 - 3000	Buruk
5.	> 3000	Sangat Buruk

**Tabel 3.** Klasifikasi air berdasarkan nilai TDS (Bouwer, 1978)

No	Nilai TDS	Keterangan
1.	< 1000	Air Tawar
2.	1000 – 3000	Air Payau
3.	> 3000	Air Asin

**Tabel 4.** Daftar Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Romza Fauzan Agniy dan Ahmad Cahyadi, 2015	Analisis Evolusi Hidrogeokimia Air tanah di Sebagian Mata air Karst Kabupaten Rembang Bagian Selatan	Sampel air tanah tergolong dalam konat ( <i>connate groundwater</i> ) dengan komposisi hidrogeokimia yang dipengaruhi oleh proses pertukaran kation dan pencampuran dengan air fosil sehingga berasa asin. Karakteristik yang menonjol dari komposisi hidrogeokimia kelompok ini adalah perbandingan antara $Na^+ + K^+$ terhadap $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ yang semakin tinggi, yang diperkirakan sebagai suatu tingkat terakhir dari proses pertukaran kation. Air tanah kelompok ini dapat berasa tawar, payau, hingga asin bergantung pada tingkat konsentrasi ion $Cl^-$
Thomas Triadi Putranto dan Daniel Setiawan, 2019	Penentuan Zona Konservasi dan Pemanfaatan Air tanah Akuifer Bebas pada Cekungan Air tanah Pati - Rembang, Provinsi Jawa Tengah	Kualitas air tanah akuifer bebas CAT Pati Rembang secara umum layak dikonsumsi sebagai air minum namun terdapat beberapa sampel yang tidak diperbolehkan untuk irigasi, umumnya air tanah dekat pesisir pantai. Selain itu, juga terdapat ketidaksesuaian antara rencana tata ruang wilayah CAT Pati - Rembang dengan zona konservasi dimana ditemukan kualitas air tanah yang tidak diperbolehkan untuk dimanfaatkan sebagai sarana irigasi tataguna lahan persawahan yang cukup mendominasi CAT Pati - Rembang.

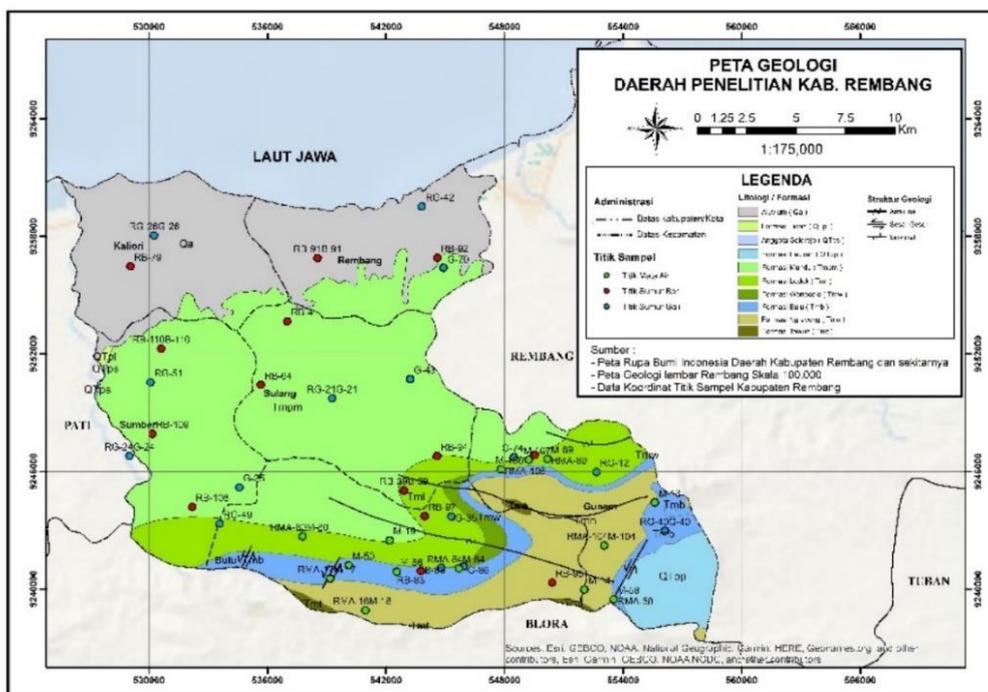
## STUDI AREA Geologi Regional

Mengacu pada Peta Geologi Regional Lembar Rembang (Darwin Kadar dan Sudijono, 1993), stratigrafi daerah Kabupaten Rembang tersusun atas beberapa formasi batuan, yaitu (Gambar 2) Alluvium, Formasi Lidah, Anggota Selorejo, Formasi Paciran, Formasi Mundu, Formasi

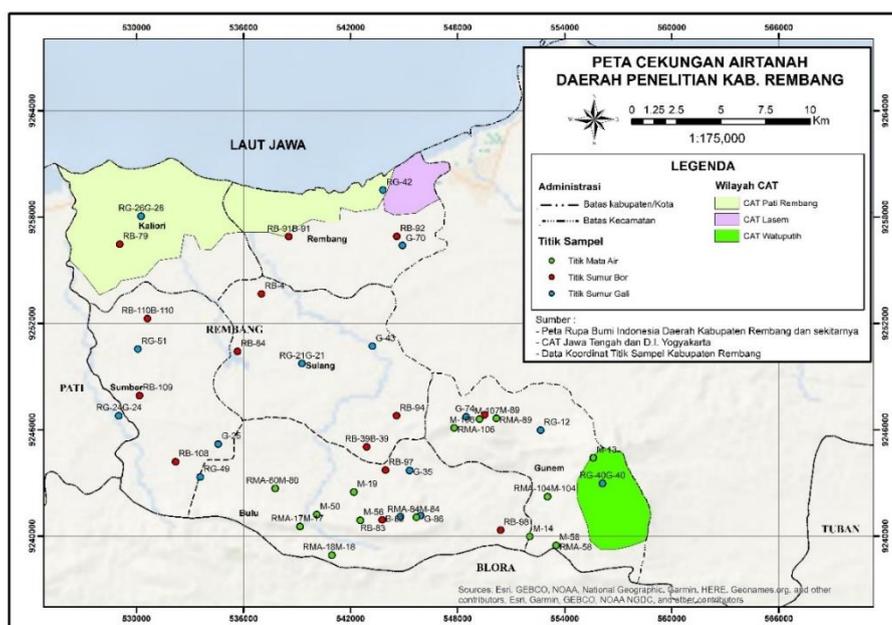
Ledok, Formasi Wonocolo, Formasi Bulu, Formasi Ngrayong, dan Formasi Tawun.

## Hidrogeologi Regional

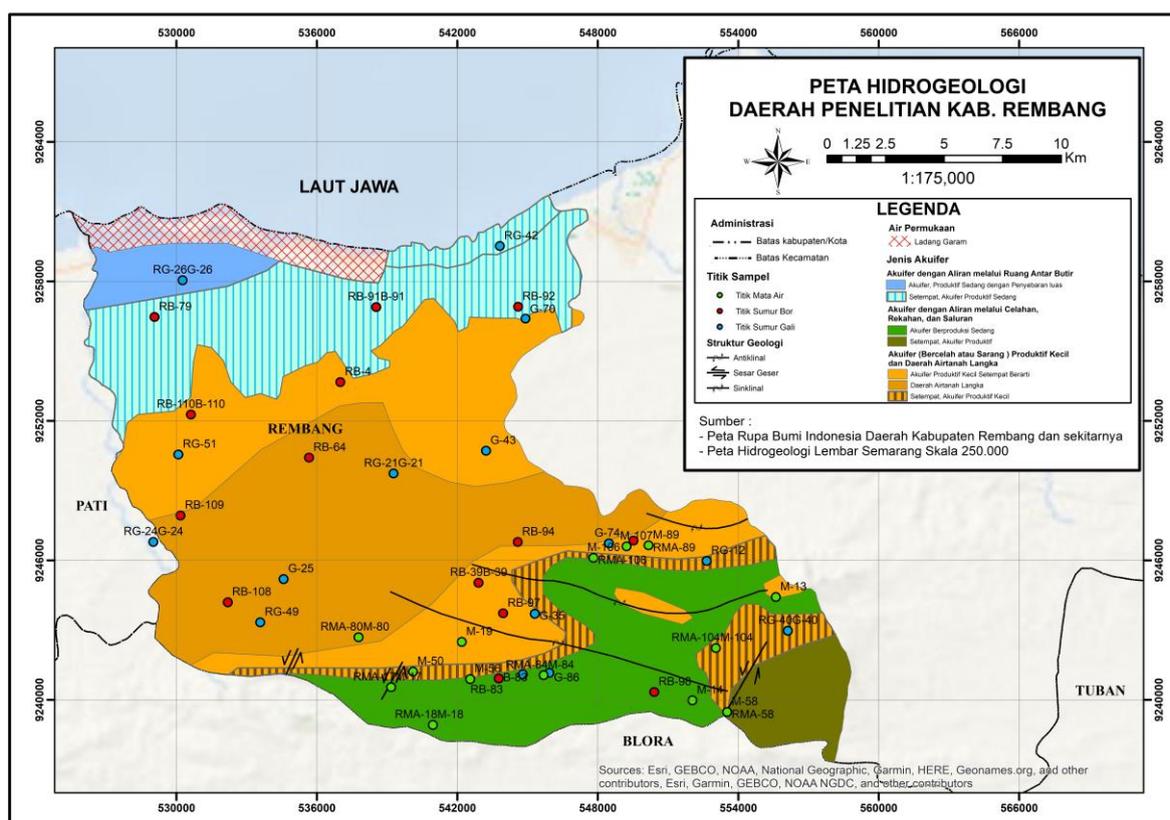
Berdasarkan Peta Cekungan Air tanah Jawa Tengah dan D.I.Yogyakarta, (Setiadi, 2004) daerah penelitian terdapat di wilayah zona non CAT (Gambar 3). Akan tetapi, daerah penelitian



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian (Kadar dan Sudijono, 1993)



Gambar 3. Peta CAT Daerah Penelitian (Setiadi, 2004)



Gambar 4. Peta Hidrogeologi Daerah Penelitian (Said dan Sukrisno, 1988).

juga terletak di tiga zona CAT yaitu CAT Pati Rembang, CAT Lasem, dan CAT Watuputih. Jika dilihat dari kondisi batuan, CAT ini tersusun oleh berbagai jenis batuan yang bervariasi yang mengakibatkan adanya perbedaan proses perubahan komposisi hidrokimia air tanah ketika air tanah mengalir dan berinteraksi dengan batuan yang dilaluinya.

Berdasarkan peta hidrogeologi regional Indonesia lembar Semarang skala 250.000 (Said dan Sukrisno), daerah penelitian (Gambar 4) tersusun oleh beberapa jenis akuifer yaitu air permukaan berupa ladang garam, akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir, akuifer dengan aliran melalui celahan rekahan dan saluran, akuifer bercelah atau bersarang dengan produktif kecil.

## METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam melakukan analisis hidrogeokimia air tanah di sekitar Kabupaten Rembang adalah dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Seluruh analisis spasial dilakukan dengan menggunakan *software ArcGIS 10.3* dengan teknik interpolasi spline.

## Tahapan Pengumpulan Data Sekunder

Persiapan data sekunder meliputi pengumpulan data sekunder juga dilakukan dari literatur terkait maupun dari instansi pemerintah terkait untuk mendapatkan data peta geologi regional, peta hidrogeologi regional, peta cekungan air tanah, peta administrasi, dan data curah hujan.

## Tahapan Pengumpulan Data Primer

Dari pemetaan geologi diperoleh data batuan penyusun daerah penelitian. Sementara itu, pemetaan hidrogeologi menghasilkan data kualitas air tanah yang ada di sekitar Kabupaten Rembang bagian barat. Pengamatan hidrogeologi dilakukan 30 titik minat untuk analisis hidrogeokimia meliputi 8 mata air, 14 sumur bor, 8 sumur gali. Pemetaan hidrogeologi di lapangan ini juga dilengkapi dengan pengambilan sampel air tanah untuk dianalisis komposisinya di laboratorium. Data kualitas air tanah yang diukur di lapangan yaitu sifat fisik (kekeruhan, warna, bau, suhu), nilai DHL, nilai TDS, dan nilai pH.

## Tahapan Pengujian Laboratorium

Tahapan pengujian di dalam laboratorium

berguna untuk mengetahui sifat kimia air tanah. Pengujian laboratorium ini dilaksanakan di laboratorium Badan Geologi.

#### Perhitungan *Ion Balance* air tanah

Sebelum dilakukan analisis dan penafsiran lebih lanjut, hasil analisis kimia diverifikasi dengan metoda *ion balance*. Untuk batas *error ion balance* ditetapkan sebesar 10% (Matthess, 1981)., Adapun rumus untuk menentukan nilai *ion balance*, yaitu

$$\frac{[\sum \text{cations} - \sum \text{anions}]}{(\sum \text{cations} + \sum \text{anions})} \times 100\%.$$

#### Tahapan Analisis Data

Tahapan ini dilakukan untuk menganalisis data-data yang diperoleh dari data sekunder maupun data primer. Pada tahap ini juga dilakukan interpretasi lapangan mengenai data sampel yang telah diambil di lokasi penelitian seperti analisis hidrogeokimia unsur mayor seperti analisis keseimbangan ion ataupun isotop air tanahnya, serta sifat fisik yang terdiri dari: pH, DHL, dan TDS.

Kualitas air tanah ditentukan berdasarkan hasil uji laboratorium fisik dan sifat kimia air tanah. Kualitas air tanah yang dianalisis meliputi tipe dan fasies air tanah. Fasies air tanah dapat diketahui berdasarkan analisis menggunakan Diagram Trilinier Piper, Diagram Stiff, Diagram Wilcox, Diagram Schoeller, Diagram Box and Whisker, juga Diagram Gibbs untuk menentukan kandungan dominan pada air tanah serta mengetahui asal air tanah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Fisik air tanah

Dalam penelitian ini, pengujian sifat fisik air tanah dilakukan pada 30 titik minatan meliputi 8 mata air, 14 sumur bor, 8 sumur gali. Berikut ini merupakan hasil analisa data sifat fisik air tanah menurut Danaryanto dan Hadipurwo (2006).

- Sampel yang berasal dari sumber mata air dengan kode RMA-80, RMA-17, RMA-18, RMA-84, RMA-106, RMA-89, RMA-104, dan RMA-58 memiliki nilai kekeruhan rata-rata sebesar 1,2. Sampel dari sumber mata air ini memiliki suhu rata-rata sebesar 25,2 °C.
- Sampel yang berasal dari sumur bor dengan kode RB-79, RB-91, RB-92, RB-64, RB-4, RB-39, RB-83, RB-98, RB-94, RB-108, RB-109, RB-110, RB-100, dan RB-97 mempunyai rata-rata nilai kekeruhan sebesar 2,4 dengan

suhu sebesar 25,3 °C.

- Sampel yang berasal dari sumur gali dengan kode RG-42, RG-24, RG-26, RG-51, RG-21, RG-49, RG-12, dan RG-40 memiliki rata-rata nilai kekeruhan sebesar 0,2 dan suhu sebesar 25,2 °C.

### Analisis Geokimia air tanah

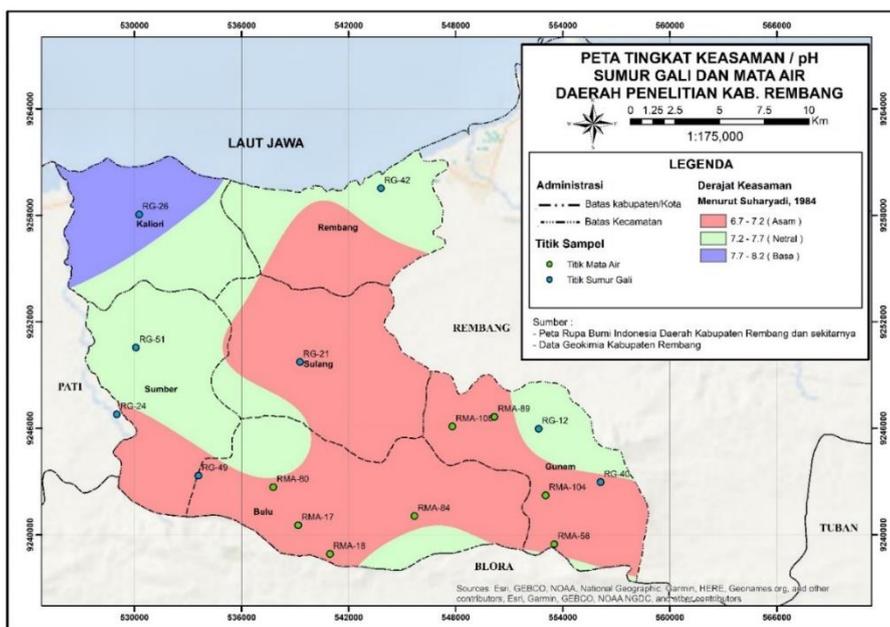
#### Nilai pH

Gambar 5 menunjukkan bahwa air tanah yang bersumber dari mata air dan sumur gali berperan sebagai akuifer bebas. Nilai pH yang dihasilkan sangat bervariasi yaitu:

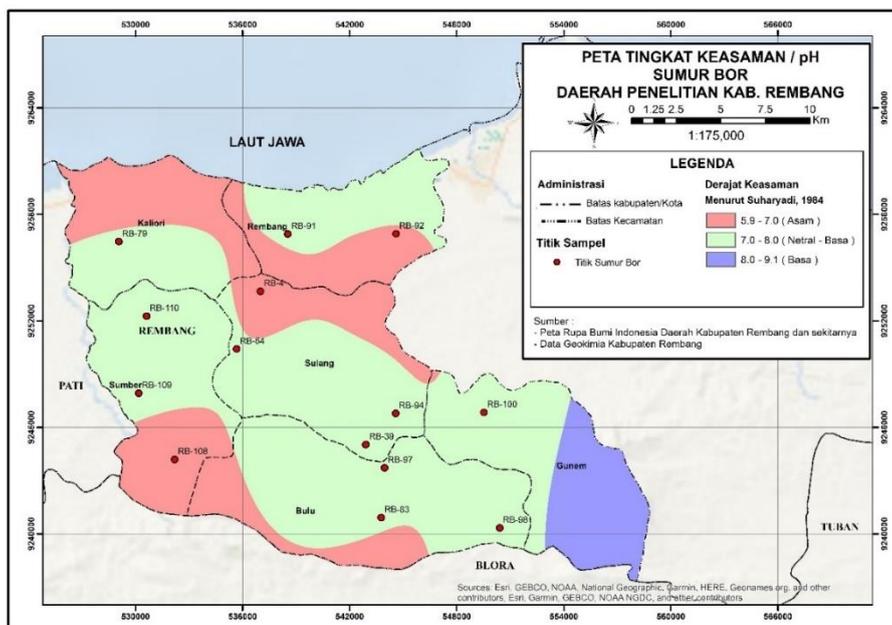
- Sampel air tanah dengan kode RG-24, RG-49, RMA-80, RMA-17, RMA-18, RMA-84, RMA-58, RMA-104, RG-40, RMA-106, RMA-89, dan RG-21 memiliki nilai pH sebesar 6,7 – 7,2. Artinya, sampel air tanah memiliki tingkat pH yang asam.
- Sampel air tanah dengan kode RG-51, RG-42, dan RG-12 memiliki nilai pH sebesar 7,2 – 7,7. Artinya, sampel air tanah memiliki tingkat pH yang netral.
- Sampel air tanah dengan kode RG-26 memiliki nilai pH sebesar 7,7 – 8,2. Artinya, sampel air tanah memiliki tingkat pH yang basa. Pada sampel ini memiliki nilai pH yang tinggi di bagian barat laut karena letak lokasi yang dekat dengan pesisir laut serta adanya air permukaan berupa ladang garam dan berada di sekitar CAT Pati Rembang.

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa air tanah yang bersumber dari sumur bor berperan sebagai akuifer tertekan. Nilai pH yang dihasilkan sangat bervariasi yaitu:

- Sampel air tanah dengan kode RB-4, RB-92, dan RB-108 memiliki nilai pH sebesar 5,9 – 7,0. Artinya, sampel air tanah memiliki tingkat pH yang asam.
- Sampel air tanah dengan kode RB-79, RB-110, RB-109, RB-64, RB-94, RB-39, RB-97, RB-83, RB-98, RB-100, dan RB-91 memiliki nilai pH sebesar 7,0 – 8,0. Artinya, sampel air tanah memiliki tingkat pH yang netral.
- Sampel air tanah dengan nilai pH sebesar 8,0 – 9,1 di bagian tenggara daerah penelitian. Artinya, sampel air tanah memiliki tingkat pH yang basa. Pada sampel ini memiliki nilai pH yang tinggi di bagian tenggara karena letak lokasi yang berada di CAT Watuputih dengan litologi berupa Formasi Bulu dan Formasi Paciran berupa batugamping.



Gambar 5. Peta pH Mata Air dan Sumur Gali



Gambar 6. Peta pH Sumur Bor

### Nilai DHL

Dalam penelitian ini, analisis data DHL dibagi menjadi dua sumber, yaitu sumber mata air dan sumur gali, serta sumur bor. Pada Gambar 7 dapat dianalisis bahwa air tanah yang bersumber dari mata air dan sumur gali memiliki peran pada akuifer bebas. Nilai yang dihasilkan sangat bervariasi yaitu sampel air tanah dengan kode RG-26, RG-24, RG-51, RG-24, RG-21, RMA-80, RMA-17, RMA-18,

RMA-84, RMA 106, RMA-89, RG-12, RMA-104, RMA-58, RG-40 memiliki nilai 356 – 2.059  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Berdasarkan nilai ini, air tanah pada sampel masuk kedalam kategori baik hingga sedang. Kemudian, di daerah penelitian pada bagian timur laut memiliki nilai DHL yang sangat tinggi sebesar 3.761 – 8.869  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dengan kategori buruk hingga sangat buruk. Nilai DHL yang sangat tinggi ini dipengaruhi oleh letak sumur yang dekat dengan wilayah



## Nilai TDS

TDS merupakan nilai konsentrasi unsur mineral terlarut pada air tanah. Dalam penelitian ini, analisis TDS dibagi menjadi dua sumber, yaitu sumber mata air dan sumur gali, serta sumur bor. Pada Gambar 9 dapat dianalisis bahwa air tanah yang bersumber dari mata air dan sumur gali pada kode RG-26, RG-51, RG-24, RG-21, RG-49, RMA-80, RMA-17, RMA-18, RMA-84, RMA-108, RMA 89, RG-12, RMA-104, RMA-58, RG-46 mempunyai nilai TDS sebesar 237 – 3.075 mg/L dan masuk dalam kategori air tawar. Sedangkan, di wilayah timur laut daerah penelitian memiliki nilai TDS yang sangat tinggi yaitu sekitar 3.075 – 5.913 mg/L dengan kategori air asin pada sampel kode RG-42. Nilai TDS yang tinggi di wilayah ini dipengaruhi oleh letak sumur yang berdekatan dengan wilayah pesisir laut dan litologi penyusunnya berupa alluvium. Pada Gambar 10 menunjukkan bahwa airtanah yang bersumber dari sumur bor pada kode RB-4, RB-92, RB-108, RB-79, RB-110, RB-109, RB-64, RB-94, RB-39, RB-97, RB-83, RB-98, RB-100, dan RB-91 memiliki nilai TDS sebesar 142 – 723 mg/L dan dikategorikan sebagai air tawar. Dari bukti ini, dapat diidentifikasi bahwa intrusi air laut belum intensif terjadi.

## Analisis Kualitas air tanah

### Kandungan Kimia pada Diagram Stiff

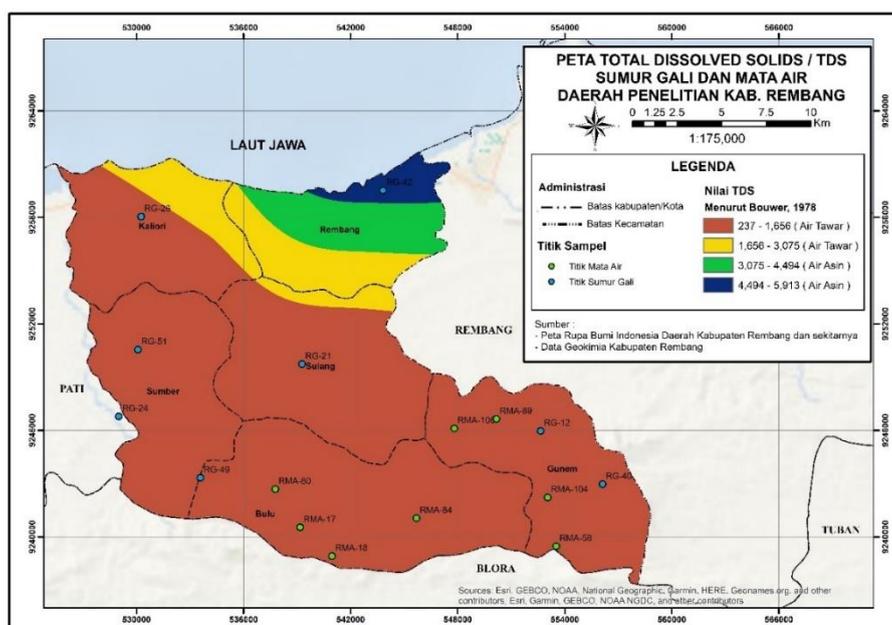
Analisis kimia air dengan Diagram Stiff

digunakan untuk mengetahui sifat kimia air tanah dengan mudah dan cepat secara visual. Parameter yang digunakan dalam analisis Diagram Stiff ini adalah ion-ion yang dominan dalam air tanah seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  yang kandungannya terlebih dahulu sudah dinyatakan dalam satuan meq/l. Penggambaran diagram ini dilakukan untuk setiap sampel air tanah yang selanjutnya diagram ini akan dialirkan ke dalam peta sesuai dengan titik pengambilan sampelnya. Hasilnya akan bervariasi sebagai berikut:

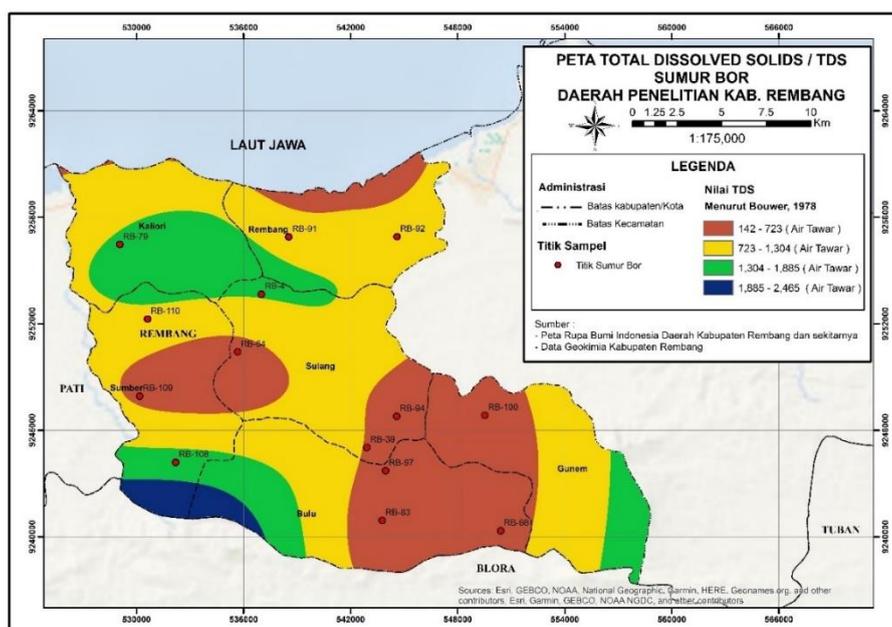
- Apabila bentuk dan ukuran Diagram Stiff relatif tidak berubah di seluruh daerah penelitian, artinya tidak terjadi perbedaan tipe kimia air dari satu tempat ke tempat lainnya.
- Apabila bentuk diagram tetap, tetapi ukuran berubah, artinya tipe kimia air di daerah penelitian ini masih sama tetapi terdapat perbedaan kadar ion dalam air tanah.

Lalu apabila bentuk dan ukuran pada diagram berbeda, artinya terdapat perbedaan tipe kimia dan kadar ion yang dominan dalam air tanah. Dari hasil pengolahan data menggunakan *software Aquachem*, daerah penelitian memiliki jenis kandungan air tanah yang berasal dari mata air dan sumur gali memiliki kandungan kimia yang bervariasi dan berbeda-beda (Gambar 11).

Sampel air tanah dengan kode RG-51, RG-24, RMA-80, RMA-17, RMA-84, RMA-100, RMA-



Gambar 9. Peta TDS Mata Air dan Sumur Gali



Gambar 10. Peta TDS Sumur Bor

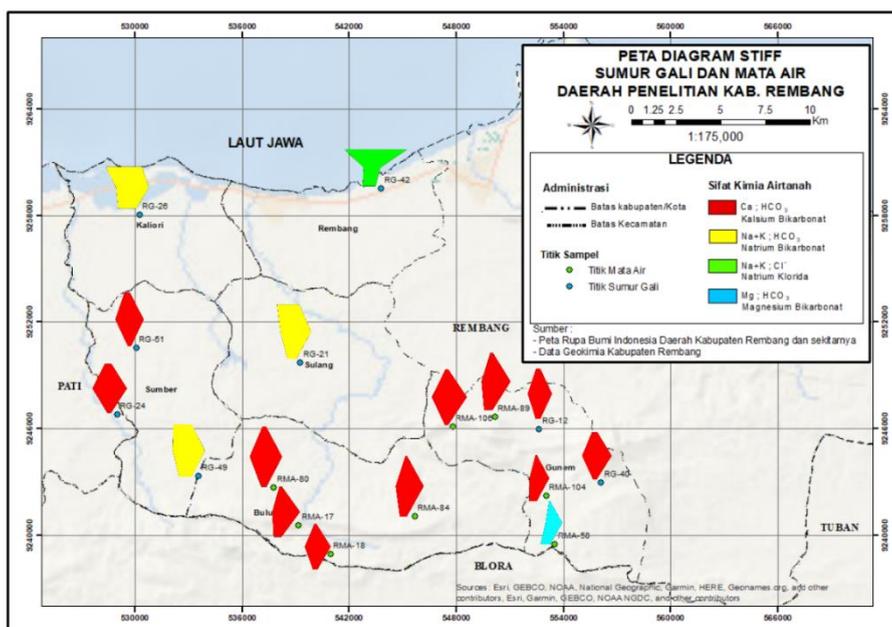
89, RG-12, RG-40, RMA-104, dan RMA-18 memiliki kandungan kimia air

- a. tanah berupa  $\text{CaHCO}_3$ . Kandungan kalsium bikarbonat yang tinggi ini dihasilkan dari komposisi litologi batuan yaitu berupa Formasi Mundu, Formasi Ledok, Formasi Wonocolo, Formasi Bulu, dan Formasi Ngrayong. Kandungan kalsium yang sangat melimpah ini diakibatkan oleh adanya litologi berupa napal massif yang kaya akan kandungan foraminifera plankton. Lalu, kandungan bikarbonat yang melimpah diakibatkan oleh adanya proses pelarutan batuan sedimen karbonat di sekitar lokasi penelitian.
- b. Sampel air tanah dengan kode RG-26, RG-21, RG-49 memiliki kandungan kimia air tanah berupa  $\text{NaHCO}_3$ .
- c. Sampel air tanah dengan kode RG-42 memiliki kandungan kimia air tanah berupa  $\text{NaCl}$ . Hal ini disebabkan karena sumur terletak di pesisir laut, dimana laut mengandung kimia berupa natrium dan klorida yang sangat tinggi.
- d. Sampel air tanah dengan kode RMA-50 memiliki kandungan kimia air tanah berupa  $\text{MgHCO}_3$ . Kandungan magnesium dan bikarbonat yang tinggi pada sampel ini diakibatkan oleh komposisi litologi batuan penyusunnya yaitu berupa Formasi Bulu yang terdiri dari batugamping dengan sisipan napal

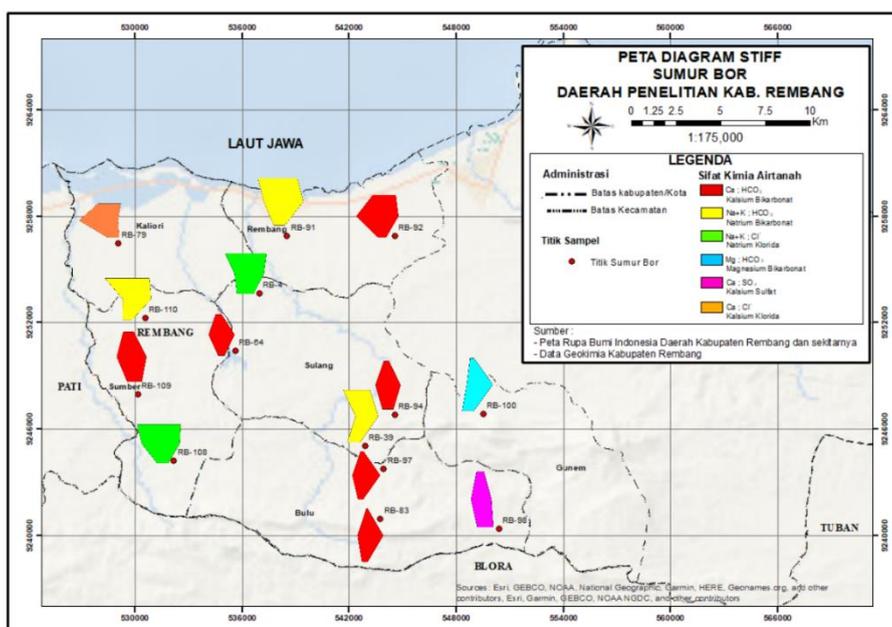
yang tipis.

Pada Gambar 12 dapat dianalisis bahwa air tanah yang berasal dari sumur bor juga memiliki sifat kandungan kimia yang bervariasi, yaitu:

- a. Sampel air tanah dengan kode RB-109, RB-64, RB-92, RB-94, RB-97 memiliki kandungan kimia air tanah berupa  $\text{CaHCO}_3$ . Kandungan kalsium yang sangat melimpah ini diakibatkan oleh adanya litologi berupa napal massif yang kaya akan kandungan foraminifera plankton pada Formasi Mundu serta adanya perselingan batugamping yang kaya akan fosil foraminifera plankton pada Anggota Selorejo. Kandungan bikarbonat yang melimpah diakibatkan oleh adanya proses pelarutan batuan sedimen karbonat di sekitar lokasi penelitian.
- b. Sampel air tanah dengan kode RBB-110, RB-91, RB-39 memiliki kandungan kimia air tanah berupa  $\text{NaHCO}_3$ .
- c. Sampel air tanah dengan kode RB-4, RB-108 memiliki kandungan kimia air tanah berupa  $\text{NaCl}$ .
- d. Sampel air tanah dengan kode RB-100 memiliki kandungan kimia air tanah berupa  $\text{MgHCO}_3$ . Kandungan magnesium dan bikarbonat yang tinggi pada sampel ini diakibatkan oleh komposisi litologi batuan penyusunnya yaitu berupa napal yang kaya akan foraminifera plankton pada Formasi Mundu, serta napal dengan sisipan batugamping tipis



Gambar 11. Peta Diagram Stiff Mata Air dan Sumur Gali

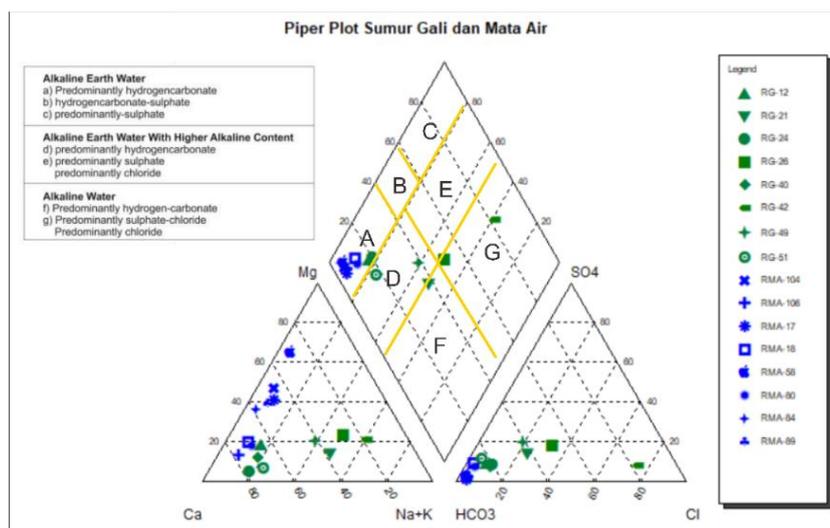


Gambar 12. Peta Diagram Stiff Sumur Bor

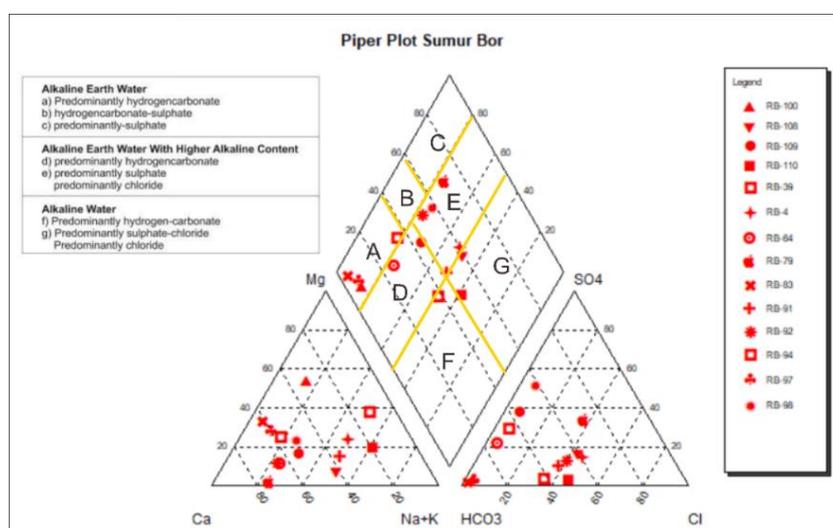
- e. Sampel air tanah dengan kode RB-98 memiliki kandungan kimia air tanah berupa  $\text{CaSO}_4$ . Kandungan sulfat yang sangat tinggi pada sampel ini disebabkan oleh litologi batuan penyusun berupa Formasi Ngrayong yang terdiri dari batupasir, batulempung, dan batulanau sisipan batugamping.
- f. Sampel air tanah dengan kode RB- 79 memiliki kandungan kimia air tanah berupa  $\text{CaCl}_2$ .

### Fasies air tanah pada Diagram Piper

Penamaan fasies air tanah dapat dilakukan dengan menggunakan metode Diagram Piper. Penentuan fasies air tanah menggunakan data kimia ion terlarut yang berlandaskan pada Diagram yang diusulkan oleh Piper (1944) dan dimodifikasi oleh Furtak dan Langguth (1967). Dari hasil pengolahan data menggunakan *software Aquachem*, daerah penelitian memiliki fasies air tanah yang bervariasi. Pada Gambar 13,



Gambar 13. Diagram Piper pada Mata Air dan Sumur Gali



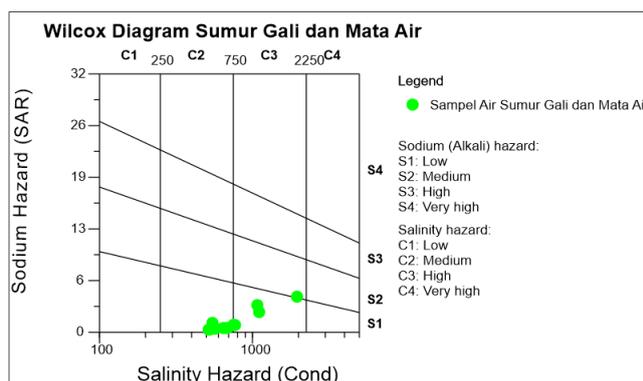
Gambar 14. Diagram Piper pada Sumur Bor

sampel air yang berasal dari mata air dan sumur gali dominan masuk dalam kategori *alkaline earth water predominantly hydrocarbonate*. Artinya, air tanah ini memiliki fasies berupa alkali tanah dengan kandungan dominan bikarbonat. Air tanah berasal dari air hujan melewati batuan beku kaya  $Mg^{2+}$  namun minim  $SO_4^{2-}$ . Jika dilihat pada Gambar 14, sampel air yang berasal dari sumur bor juga termasuk dalam kategori *alkaline earth water predominantly hydrocarbonate*. Air tanah ini memiliki fasies berupa air hujan melewati batuan beku kaya  $Mg^{2+}$  namun minim  $SO_4^{2-}$ .

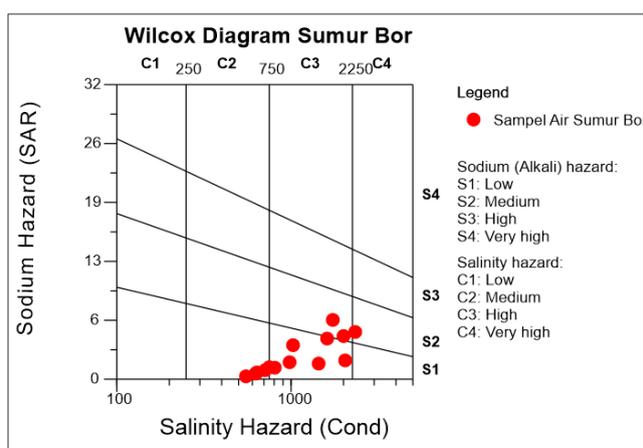
### Sodium dan Salinity Hazard pada Diagram Wilcox

Berdasarkan hasil pengolahan data Diagram

Wilcox menggunakan *software Aquachem*, dapat dilihat pada Gambar 15 bahwa air tanah pada sampel mata air dan sumur gali memiliki tingkat SAR / *Sodium Hazard* golongan  $S_1$  dan tingkat *Salinity Hazard* golongan  $C_2$ , sehingga air tanah pada sampel ini dapat disebut sebagai air tanah  $C_2 - S_1$ . Salinitas pada sampel air tanah ini menunjukkan adanya nilai DHL sebesar 500 – 700  $\mu S/cm$  dengan kualitas air yang baik. Tipe baik dalam hal ini berarti air tanah baik dan aman untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Pada Gambar 16 dapat diketahui bahwa air tanah pada sampel sumur bor memiliki tingkat SAR golongan  $S_1$  dan tingkat *Salinity Hazard* golongan  $C_3$ , sehingga air tanah pada sampel ini dapat disebut sebagai air tanah  $C_3 - S_1$ . Salinitas pada sampel air tanah ini menunjukkan adanya



Gambar 15. Diagram Wilcox pada Mata Air dan Sumur Gali



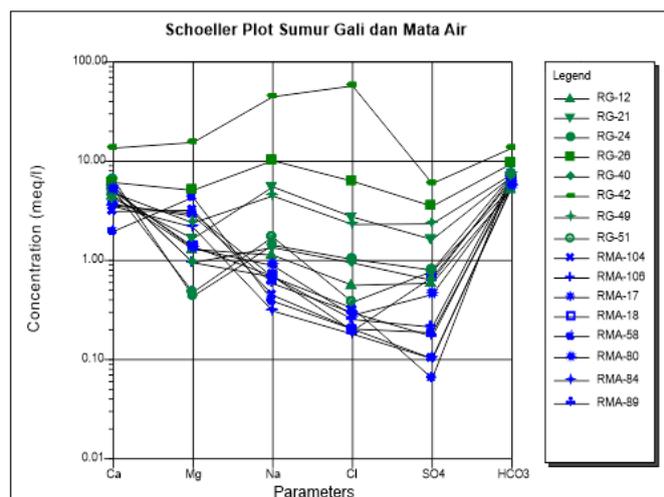
Gambar 16. Diagram Wilcox pada Sumur Bor

nilai DHL sebesar 750 - 2250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dengan kualitas air yang diperbolehkan. Tipe diperbolehkan dalam hal ini berarti air tanah bisa digunakan dalam sehari-hari apabila air tanah sudah dilakukan pencucian yang cukup. Air tanah juga bisa digunakan untuk menyiram tanaman dengan toleransi garam yang sedang. Potensi bahaya salinity air tanah ini tidak akan dipengaruhi oleh kedalaman sumur.

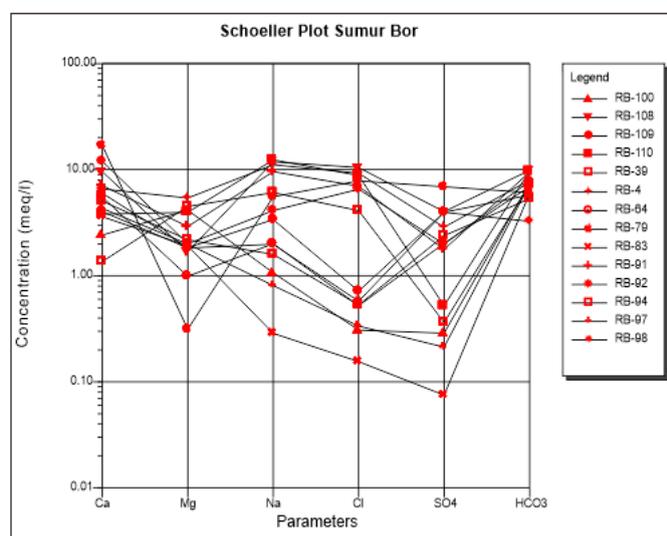
### Diagram Schoeller

Diagram Schoeller digunakan untuk mengetahui tipe fasies air tanah di lokasi penelitian. Pada Gambar 17 menunjukkan hasil plot data konsentrasi ion anion dan kation yang disajikan dalam *supplementary file*. Dari ke-16 data sampel air tanah yang berasal dari mata air dan sumur gali, memiliki mayor ion yang sama mendominasi. Pada sumur gali didominasi oleh ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Na}^+$  pada kation, serta ion  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{HCO}_3^-$  pada anion. Sedangkan pada mata air didominasi oleh ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  pada kation, serta ion  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{HCO}_3^-$  pada anion. Jika dilihat dari 8 sampel sumur gali saja, sampel dengan

kode RG-42 memiliki kandungan kation yang lebih kaya dibandingkan dengan sampel sumur lainnya. Ion – ion tersebut antara lain  $\text{Ca}^{2+}$  15 meq/l,  $\text{Mg}^{2+}$  15 meq/l,  $\text{Na}^+$  40 meq/l,  $\text{Cl}^-$  60 meq/l,  $\text{HCO}_3^-$  12 meq/l,  $\text{SO}_4^{2-}$  8 meq/l. Kemudian, pada Gambar 18 dapat diketahui bahwa pada sumur bor juga memiliki hasil yang bervariasi pula. Hasil analisa mayor ion dari ke-14 sampel sumur bor memiliki kesamaan yang didominasi oleh  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Na}^+$  pada kation, serta ion  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{HCO}_3^-$  pada anion. Ion  $\text{Ca}^{2+}$  paling tinggi dimiliki oleh air sampel RB-79 dengan konsentrasi >10 meq/l. Ion  $\text{Mg}^{2+}$  paling tinggi dimiliki oleh air sampel RB-4 dengan konsentrasi 8 meq/l, dan ion  $\text{Mg}^{2+}$  paling rendah dimiliki oleh air sampel RB-79 dengan konsentrasi 0,1 meq/l. Lalu untuk ion  $\text{Na}^+$  paling tinggi dimiliki oleh sampel air kode RB-110 dengan konsentrasi 10 meq/l, dan ion  $\text{Na}^+$  paling rendah dimiliki oleh sampel air kode RB-83 dengan konsentrasi hanya 0,2 meq.l. Ion  $\text{Cl}^-$  paling tinggi dimiliki oleh air sampel RB-108 dengan konsentrasi 10 meq/l, dan ion  $\text{Cl}^-$  paling rendah dimiliki oleh air sampel RB-8 dengan



Gambar 17. Diagram Schoeller pada Mata Air dan Sumur Gali



Gambar 18. Diagram Schoeller pada Sumur Bor

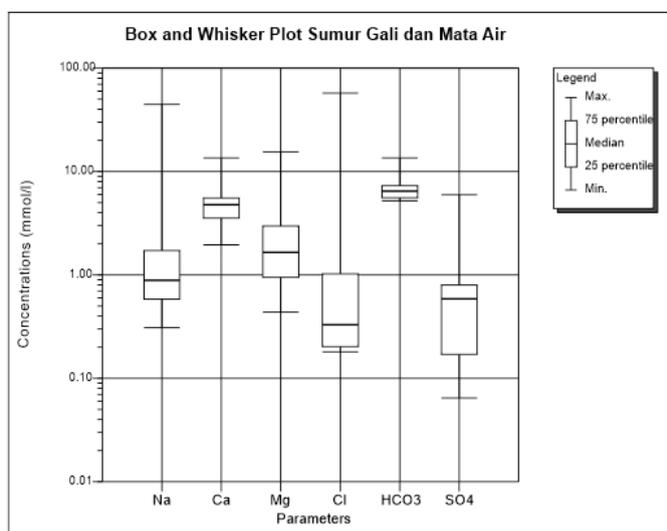
konsentrasi 0,2 meq/l. Ion  $\text{SO}_4^{2-}$  paling tinggi dimiliki oleh air sampel RB-79 dengan konsentrasi 8 meq/l, dan ion  $\text{SO}_4^{2-}$  paling rendah dimiliki oleh air sampel RB-83 dengan konsentrasi 0,08 meq/l. Ion  $\text{HCO}_3^-$  paling tinggi dimiliki oleh air sampel RB-108 dengan konsentrasi 10 meq/l, dan ion  $\text{HCO}_3^-$  paling rendah dimiliki oleh air sampel RB-109 dengan konsentrasi 5 meq/l. Kandungan kaya akan  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Na}^+$  mengindikasikan adanya proses pelarutan mineral pada batuan dan kation pada tanah. Sedangkan kandungan  $\text{HCO}_3^-$  mengindikasikan adanya proses pelarutan bikarbonat yang berkaitan erat dengan batuan karbonat. Pada penelitian ini, sampel sumur bor banyak tersebar di formasi batuan yang mengandung karbonatan.

### Diagram Box and Whisker

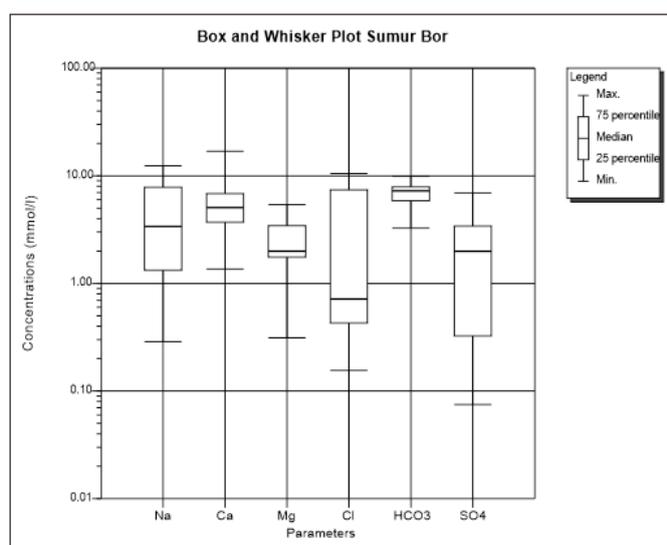
Berdasarkan pada hasil analisa (Gambar 19) dapat diketahui bahwa sampel air tanah yang berasal dari mata air dan sumur gali memiliki nilai konsentrasi yang sangat bervariasi, yaitu  $\text{Na}^+$  memiliki nilai minimum sebesar 0,3 mmol/l dan nilai maksimum sebesar 50 mmol/l serta didapatkan nilai median sebesar 0,9 mmol/l,  $\text{Ca}^{2+}$  memiliki nilai minimum sebesar 2 mmol/l dan nilai maksimum sebesar 15 mmol/l serta didapatkan nilai median sebesar 5 mmol/l,  $\text{Mg}^{2+}$  memiliki nilai minimum sebesar 0,4 mmol/l dan nilai maksimum sebesar 17 mmol/l serta didapatkan nilai median sebesar 1,5 mmol/l,  $\text{Cl}^-$  memiliki nilai minimum sebesar 0,1 mmol/l dan nilai maksimum sebesar 60 mmol/l serta didapatkan nilai median sebesar 0,3 mmol/l,  $\text{HCO}_3^-$  memiliki nilai minimum sebesar 6 mmol/l

dan nilai maksimum sebesar 15 mmol/l serta didapatkan nilai median sebesar 7 mmol/l,  $\text{SO}_4^{2-}$  memiliki nilai minimum sebesar 0,6 mmol/l dan nilai maksimum sebesar 6 mmol/l serta didapatkan nilai median sebesar 0,7 mmol/l. Sehingga nilai  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$  sangat tinggi karena adanya pengaruh dari air laut. Dari Gambar 20 dapat diketahui bahwa sampel air tanah yang berasal dari bor juga memiliki nilai konsentrasi yang sangat bervariasi, yaitu  $\text{Na}^+$  memiliki nilai minimum sebesar 0,30 mmol/l dan nilai maksimum sebesar 10,02 mmol/l serta didapatkan nilai median sebesar 3,5 mmol/l,  $\text{Ca}^{2+}$  memiliki nilai minimum sebesar 1,02 mmol/l dan nilai maksimum sebesar 10,08 mmol/l serta

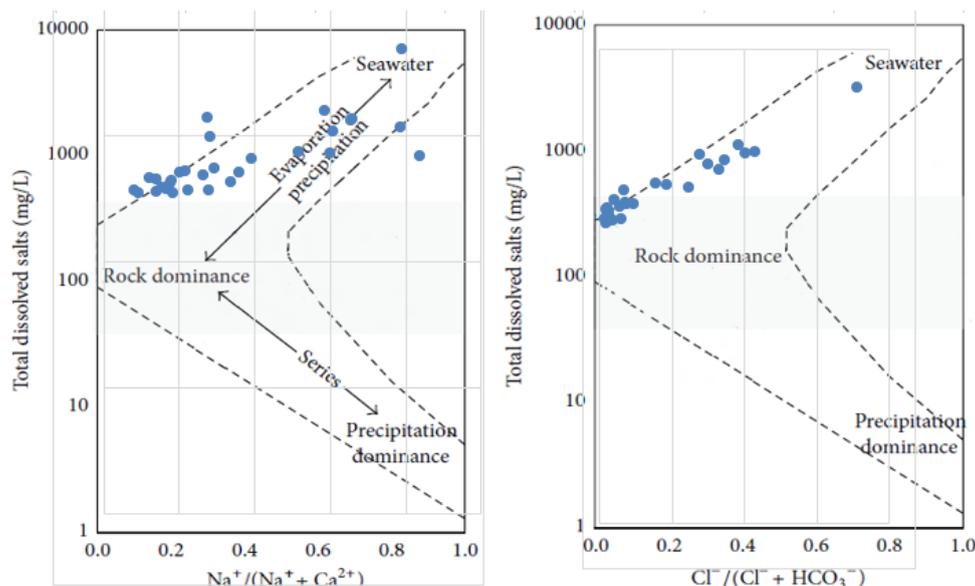
didapatkan nilai median sebesar 6 mmol/l,  $\text{Mg}^{2+}$  memiliki nilai minimum sebesar 0,20 mmol/l dan nilai maksimum sebesar 6 mmol/l serta didapatkan nilai median sebesar 1,10 mmol/l,  $\text{Cl}^-$  memiliki nilai minimum sebesar 0,15 mmol/l dan nilai maksimum sebesar 10 mmol/l serta didapatkan nilai median sebesar 0,7 mmol/l,  $\text{HCO}_3^-$  memiliki nilai minimum sebesar 2 mmol/l dan nilai maksimum sebesar 10 mmol/l serta didapatkan nilai median sebesar 8 mmol/l,  $\text{SO}_4^{2-}$  memiliki nilai minimum sebesar 0,09 mmol/l dan nilai maksimum sebesar 7 mmol/l serta didapatkan nilai median sebesar 2 mmol/l. Sehingga nilai  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{HCO}_3^-$  sangat tinggi.



Gambar 19. Diagram Box and Whisker pada Mata Air dan Sumur Gali



Gambar 20. Diagram Box and Whisker pada Sumur Bor



Gambar 21. Diagram Gibbs pada Mata Air, Sumur Gali, dan Sumur bor

## KESIMPULAN

Hasil studi analisis hidrogeokimia air tanah di Kabupaten Rembang dapat menghasilkan beberapa kesimpulan, antara lain Kabupaten Rembang terletak pada Zona Non-CAT. Lalu, kualitas air tanah di Kabupaten Rembang berdasarkan nilai pH, nilai DHL, dan nilai TDS berada pada rentang sangat baik hingga sedang. baik air yang bersumber dari mata air, sumur gali, maupun sumur bor. Plot Diagram Stiff menunjukkan adanya enam tipe air tanah yang berbeda, yang menunjukkan sifat kimia air tanah di lokasi penelitian. Sedangkan, hasil plot Diagram Piper menunjukkan fasies air tanah berupa *alkaline earth water predominantly hydrocarbonate* yang menunjukkan adanya pengaruh unsur bikarbonat. Sementara itu, plot Diagram Gibbs menunjukkan kategori *rock dominance* yang belum dipengaruhi oleh pencemaran air tanah. Berdasarkan beberapa hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa walaupun air tanah di Kabupaten Rembang sangat dikendalikan oleh kondisi geologi, tetapi masih cukup baik kualitasnya untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti mencuci, mandi, dan irigasi. Penelitian ini menarik untuk dikembangkan ke arah timur dari Kabupaten Rembang.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada pihak yang sudah membantu melakukan pengukuran di lapangan berupa data sifat fisik dan sifat kimia air

tanah daerah Kabupaten Rembang bagian barat untuk selanjutnya dianalisis dan dibuat artikel ilmiah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para peninjau yang telah memberikan banyak masukan, koreksi konten, hingga koreksi penyuntingan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agniy, R. F., dan Cahyadi, A., 2015. Analisis Evolusi Hidrogeokimia Airtanah di Sebagian Mata Air Karst Kabupaten Rembang Bagian Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Innovation in Environmental Management*.
- Aris, A.Z., Praveena, S.M. dan Isa, N.M., 2013. Groundwater Composition and Geochemical Controls in Small Tropical Island of Malaysia: A Comparative Study. dalam Wetzelhuetter, C. 2013. *Groundwater in the Coastal Zones of Asia-Pacific*. New York: Springer.
- Bouwer, H., 1978. *Groundwater Hydrology*. McGraw Hill Company.
- Clarck, I. 2015. *Groundwater Geoshemistry and Isotopes*. Boca Raton: CRC Press. DOI: <https://doi.org/10.1201/b18347>
- Danaryanto, Djaendi, Harnadi, D., Mudiana, W., dan Budiyanto, 2007. *Kumpulan Panduan Teknis Pengelolaan Air tanah*. Bandung: Pusat Lingkungan Geologi.
- Darwin, K. dan Sudijono, 1993. *Peta Geologi Regional Lembar Rembang skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Danaryanto dan Hadipurwo, S., 2006. *Konservasi*

*sebagai upaya penyelamatan air tanah di Indonesia.* Disampaikan dalam Seminar Nasional Hari Air Nasional. Direktorat Pembinaan Pengusahaan Panas Bumi Dan Pengelolaan Air Tanah.

- Putranto, T.T. dan Setiawan, D., 2019. Penentuan Zona Konservasi dan Pemanfaatan Airtanah Akuifer Bebas pada Cekungan Airtanah Pati - Rembang, Provinsi Jawa Tengah. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 29(2), 201-213.
- Said, H.D dan Sukrisno, 1988. *Peta Hidrogeologi Indonesia, Lembar: VII Semarang (Jawa)*. Bandung: Direktorat Geologi Tata Lingkungan.
- Santosa, L.W., 2010. *Pengaruh genesis bentuklahan terhadap hidrostratigrafi akuifer dan hidrogeokimia dalam evolusi airtanah bebas, Kasus pada bentanglahan kepeisisiran Kabupaten Kulon Progo Bagian Selatan, Daerah Istimewa Yogyakarta*. Disertasi. Universitas Gadjah Mada.
- Setiadi, H., 2004. *Peta Cekungan Air tanah Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta Skala 1:250.000*. Bandung: Direktorat Geologi Tata Lingkungan dan Kawasan Pertambangan.
- Sracek, O. dan Zeman, J., 2004. *Introduction to Environmental Hydrogeochemistry*. Faculty of Science, Masaryk University.
- Suharyadi, 1984. *Geohidrologi*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Wilcox, L.V., 1955. *Classification and Use of Irrigation Waters*. Washington D.C: United States Department Of Agriculture.