Studi Hidrologi Dalam Pengelolaan Muka Air Tanah Di Tambang Nikel

Hydrological Studies in Groundwater Management, a case study: Nickel Mines

Erick Calvin[1*], Reza Aryanto[2]
[1,2]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti
Email: *[1]erickcalvin1@gmail.com, [2]reza.aryanto@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Keberadaan mata air yang muncul tiba-tiba, terganggunya kegiatan tambang karena permasalahan air di pit merupakan permasalahan yang terjadi pada pertambangan nikel, sehingga perlu dilakukan studi mengenai muka air tanah yang berada pada daerah pertambangan nikel khususnya di Pit Denver Selatan PT. Makmur Lestari Primatama dengan menggunakan studi geolistrik metode schlumberger. Selain itu, diperlukan analisa lanjut mengenai intensitas hujan, laju perkolasi, perhitungan iklim, serta uji lab mengenai nilai porositas, permeabilitas untuk menjadi data pendukung dalam studi hidrologi. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan kuantitatif. Hasil dari penelitian ini yaitu penetapan aliran air, orde sungai, daerah aliran sungai, intensitas curah hujan 243.25 mm/hari dan 10.14 mm/hari, klasifikasi iklim A-C , 37.5 %,42.86%, 0%, 9.09% yang tergolong sangat basah dan agak basah, nilai porositas 65.70 % dan 72.61 % yang kategori porous, serta nilai permeabilitas 0.0001317 dan 0.0000736 yang dikategorikan permeabilitas rendah. Serta nilai interpretasi muka air tanah dengan alat geolistrik pada kedalaman 29-34m. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kompleksitas hidrologi menjadi faktor yang sangat berpengaruh terhadap jalannya aktivitas pertambangan di daerah pertambangan nikel.

Kata-kata kunci*:* geolistrik; intensitas curah hujan; muka air tanah; permeabilitas; porositas

ABSTRACT

The existence of springs that appear suddenly, disruption of mining activities due to water problems in the pit are problems that occur in nickel mining, so it is necessary to study the groundwater level in nickel mining areas, especially in the South Denver Pit of PT. Makmur Lestari Primatama using the Schlumberger method of geoelectrical studies. Apart from that, further analysis is needed regarding rain intensity, percolation rate, climate calculations, as well as laboratory tests regarding porosity and permeability values to become supporting data in hydrological studies. This research uses a quantitative approach method. The results of this research are the determination of water flow, river order, river basin area, rainfall intensity of 243.25 mm/day and 10.14 mm/day, climate classification A-C, 37.5%, 42.86%, 0%, 9.09% which are classified as very wet and somewhat wet, porosity values of 65.70% and 72.61% which are porous, and permeability values. 0.0001317 and 0.0000736 are categorized as low permeability. As well as groundwater level interpretation values using geoelectric tools at a depth of 29-34m. So it can be concluded that hydrological complexity is a factor that greatly influences the course of mining activities in nickel mining areas.

Keywords: geoelectricity; rainfall intensity; ground water level; permeability; porosity

Submitted: 14-08-2023; Revised: 25-01-2025; Accepted: 22-07-2025; Available Online: 30-10-2025
Published by: Mining Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Lambung Mangkurat
This is an open access article under the CCBYND license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
©2025, Geosapta

PENDAHULUAN

PT Makmur Lestari Primatama merupakan perusahaan yang bergerak di bidang sumberdaya nikel dengan metode penambangan terbuka.PT.Makmur Lestari Primatama beroperasi di desa Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. Untuk penambangan terbuka tentunya sangat dipengaruhi oleh air.

Daerah penelitian di PT Makmur Lestari Primatama berlangsung di lokasi Pit Denver Selatan.Penelitian dilakukan pada S03°17'24.9" dan E122°16'44.2" (GPS Essential) (Gambar-1). Titik lokasi penelitian ini merupakan daerah yang sangat representatif terhadap data kemajuan tambang PT Makmur Lestari Primatama (Gambar-2).

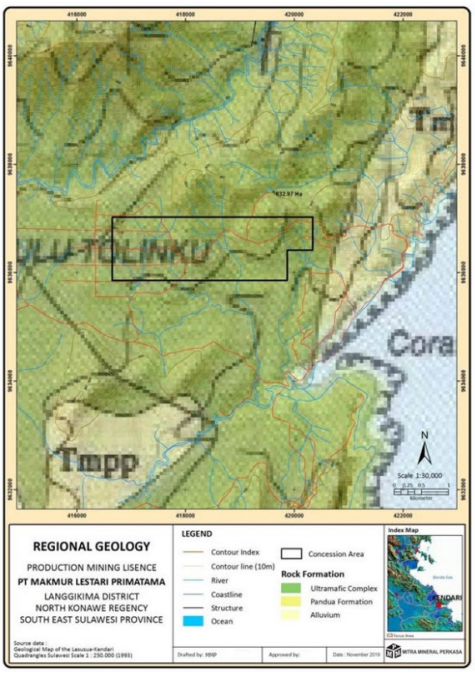
Untuk mengetahui muka air tanah, kondisi serta keberadaannya maka dilakukan suatu studi geolistrik, yang merupakan studi untuk menganalisa lapisan muka air tanah.Geolistrik merupakan metode geofisika yang memanfaatkan arus listrik dan tegangan untuk mengetahui keadaan lapisan muka air tanah. Serta dibutuhkan data tambahan seperti intensitas hujan, klasifikasi iklim, nilai porositas dan permeabilitas untuk mengungkapkan studi hidrologi didaerah pertambangan nikel.

METODOLOGI

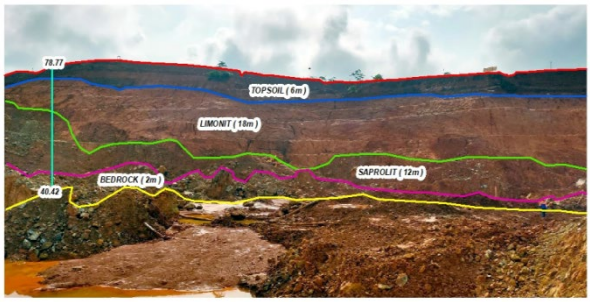
Penelitian ini dilakukan dengan berbagai metode untuk menganalisis data hidrologi. Aliran air dengan elevasi tertinggi dianalisis melalui observasi langsung menggunakan GPS untuk mendapatkan data koordinat dan ketinggian, yang kemudian diolah menggunakan perangkat lunak seperti ArcGIS atau SURPAC untuk memetakan pola aliran air. Orde sungai dianalisis menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis, berdasarkan peta aliran sungai dan topografi wilayah. Pola aliran sungai diidentifikasi melalui studi literatur, dengan memperhatikan pola bercabang yang khas pada area penelitian. Nilai porositas dan permeabilitas ditentukan melalui pengujian laboratorium dengan analisis sampel tanah untuk memahami kemampuan material dalam menyerap dan menghantarkan air. Laju perkolasi

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v11i1.17142

dihitung menggunakan perangkat lunak berbasis data geoteknik, sedangkan intensitas hujan dihitung menggunakan data curah hujan historis yang diolah dalam Microsoft Excel. Klasifikasi iklim dilakukan menggunakan metode Schmidt-Ferguson untuk menentukan tingkat kelembapan dan kondisi iklim area penelitian. Hasil geolistrik diperoleh melalui pengukuran resistivitas menggunakan konfigurasi Schlumberger, yang kemudian divisualisasikan dalam model tiga dimensi menggunakan perangkat lunak pengolahan data geolistrik untuk menginterpretasikan kedalaman dan distribusi muka air tanah di area penelitian. Untuk pengukuran geolistrik resistivity dilakukan dengan 1 titik di lokasi Pit Denver Selatan dengan bentangan sejauh 100m. Analisa deskriptif lainnya yang digunakan untuk pengolahan data interpretasi muka air tanah, serta berbagai data seperti data sampel material, data blokmodel, data topografi, data curah hujan. Metode untuk penelitian ini juga menggunakan tingkat eksplanasi berupa asosiatif karena untuk mengetahui kedalaman muka air tanah.



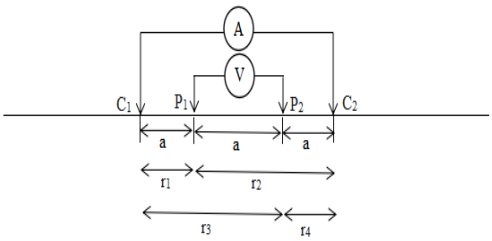
Gambar-1. Peta Geologi PT. Makmur Lestari Primatama



Gambar-2. Peta Situasi dan Litologi PT Makmur Lestari Primatama

Keunggulannya karena kemampuan mendeteksi non-homogenitas lapisan batuan, dengan perbandingan nilai resistivitas semu ketika ada perubahan jarak elektroda. Non - homogenitas lapisan batuan merupakan sifat batuan yang tidak sama di setiap titik, terutama di titik pemboran sangat berbeda - beda . Selanjutnya keunggulan dari konfigurasi ini adalah di dalam pengambilan dan pembacaan data yang lebih teliti secara vertikal.

Dan kelemahannya yaitu cara baca potensial pada elektroda lebih kecil ketika jarak elektroda lain yang jauh, dibutuhkan alat ukur multimeter dengan karakteristik high impedance yang merupakan titik di rangkaian jumlah arus relatif kecil, per unit tegangan (Arus rendah, Tegangan tinggi). High impedance mampu untuk mendistribusikan display tegangan dengan akurasi yang tinggi. Sehingga untuk pengukuran dengan jarak yang relatif jauh masih dapat dikenali dan diakurasikan datanya (Gambar-3).



Gambar-3. Konfigurasi Schlumberger

Keterangan :
C = Elektroda arus
P = Elektroda potensial
a = Spasi
r = Jarak
A = Arus
V = Tegangan

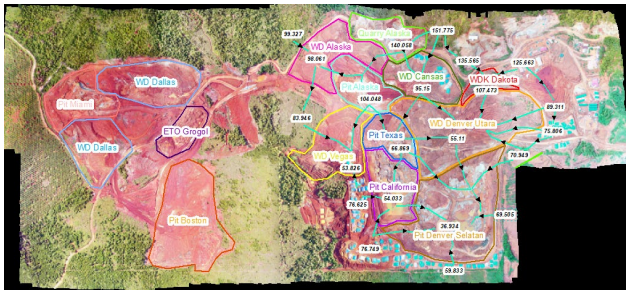
HASIL DAN DISKUSI

1. Aliran air

Sesuai dengan prinsip gaya gravitasi, aliran air akan terjadi terus menerus menuju elevasi yang lebih rendah dibandingkan dengan elevasi yang tinggi. Prinsip ini berlaku untuk sistem pengaliran air di PT. Makmur Lestari Primatama. Perbedaan elevasi yang signifikan di beberapa area mempercepat aliran air, terutama di wilayah yang lebih curam. Sebaliknya, di daerah dengan kemiringan landai, aliran air cenderung lebih lambat namun tetap mengarah ke titik elevasi terendah. Elevasi dari masing-masing wilayah tersebut akan dijelaskan mengenai distribusi aliran air.

Elevasi tertinggi berada pada Quarry Alaska dengan tinggi 151.775 m, aliran air ini terus mengalami penurunan menuju WD Alaska ketinggian 98.061 m, Pit Alaska ketinggian 104.04 m, WD Cansas dengan ketinggian 95.15 m dan menuju pada WDK Dakota ketinggian 107.473 m, selanjutnya aliran air dari Pit Alaska dan WD Cansas akan menuju pada WD Vegas ketinggian 53.826 m dan Pit Texas 66.869 m serta WD Denver Utara pada ketinggian 55.11 m. Elevasi terendah akan jatuh pada Pit California dengan ketinggian 54.033 m dan pada Pit Denver Selatan dengan ketinggian 36.934 m tempat berlangsungnya lokasi geolistrik. Sehingga, aliran air mengikuti pola gravitasi dengan penurunan yang cukup signifikan menuju titik-titik rendah tersebut. Proses ini memberikan gambaran mengenai jalur aliran air yang dipengaruhi oleh perubahan elevasi yang ada di seluruh area, yang juga relevan dalam pengukuran studi hidrologi di lokasi tambang.

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v11i1.17142



Gambar-4. Peta Aliran Air PT. Makmur Lestari Primatama

Pengukuran geolistrik resistivity dilakukan dengan 1 Titik. Titik pengukuran tersebut dilakukan di Pit Denver Selatan. Titik pengukuran mempunyai panjang bentangan hingga 100 m. Panjang bentangan untuk tiap titik dapat dilihat pada tabel-1.

Tabel-1. Panjang Bentangan Daerah Geolistrik

PANJANG BENTANGAN		
Titik	Panjang Bentangan (m)	Tata Guna Lahan
1	100 m	Pertambangan

Sehingga didapatkan pada gambar-5 daerah yang menjadi penelitian geolistrik dilaksanakan. Titik daerah dilaksanakan juga atas mengingat kegiatan operasional pertambangan yang dilaksanakan, dan titik tersebut merupakan daerah pondasi lereng tambang dalam kegiatan operasional. Pemilihan titik lokasi penelitian ini sangat penting untuk memastikan akurasi dalam analisis geolistrik terkait muka air tanah. Selain itu, lokasi ini dipilih untuk memperoleh informasi yang relevan mengenai kondisi geologi sekitar.

Gambar-5. Peta Penelitian Geolistrik pada Pit Denver Selatan

2. Orde Sungai

Penentuan penomoran orde sungai pada gambar 6 ditentukan oleh beberapa hal berikut, setiap orde sungai pada perusahaan tambang memiliki ketentuan yang harus disepakati.

a. Orde Pertama

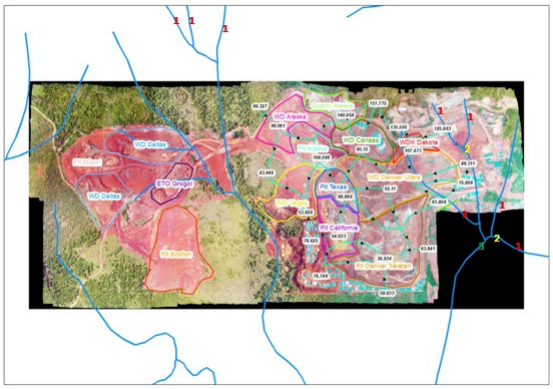
Merupakan alur sungai yang berada paling hulu, dan alur sungai ini tidak memiliki cabang dan memiliki cabang. Juga ditetapkan sebagai anak - anak sungai yang letaknya paling ujung, disebut juga sebagai tributary

b. Orde Kedua

Merupakan alur sungai setelah tributary yang merupakan proses pertemuan orde sungai antara orde pertama, disebut juga dengan stream.

c. Orde Ketiga

Merupakan alur sungai utama yang merupakan sungai besar, disebut juga sebagai River.



Gambar-6. Peta Orde Sungai PT. Makmur Lestari Primatama

Pada gambar-6 orde sungai di PT. Makmur Lestari Primatama merupakan alur sungai yang meliputi tributary, stream, dan river. Setiap bagian dari alur sungai ini memiliki karakteristik dan peranannya masing-masing dalam sistem pengaliran air. Tributary sebagai anak sungai yang mengalir menuju sungai utama, sementara stream merujuk pada aliran air yang lebih kecil dan lebih terlokalisasi. River, sebagai sungai utama, mengalir dengan kapasitas yang lebih besar dan mengarah ke titik rendah, membawa air dari tributary dan stream menuju lokasi yang lebih rendah di wilayah tersebut.

3. Daerah Aliran Sungai

Sesuai pada daerah orde sungai pada Gambar-6. Ditetapkan bahwa pola aliran pada PT. Makmur Lestari Primatama termasuk pola aliran yang menyerupai percabangan pohon, pola aliran dendritik. Hal ini terlihat jelas dari bentuk cabang-cabang aliran yang menyebar secara acak dan saling terhubung, seperti halnya cabang pohon. Cabang-cabang tersebut memperlihatkan pola pengaliran yang tidak teratur namun tetap mengarah ke satu titik pusat. Jika dilihat dari gambar, percabangan ini menjadi ciri utama pola aliran dendritik yang endominasi wilayah tersebut. Pola ini menunjukkan bahwa aliran sungai mengikuti jalur yang alami tanpa dipengaruhi oleh struktur geologi tertentu.

4. Nilai Porositas dan Permeabilitas

a. Porositas

Limonit dan Saprolit bersifat porous dapat menampung volume air tanah dengan air yang mengisi ruang kosong dalam susunannya, karena memiliki banyak celah antar butirannya. Berdasarkan hasil pengukuran porositas, Limonit memiliki porositas sebesar 72.61%, yang termasuk dalam kategori "Porous" dengan kisaran 80-60%. Sementara itu, Saprolit memiliki porositas sebesar 65.70%, juga tergolong dalam kategori "Porous". Kondisi ini menunjukkan bahwa kedua material ini mampu menyimpan dan mengalirkan air tanah dengan cukup baik, mendukung peranannya dalam sistem hidrogeologi di area tersebut.

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v11i1.17142

Tabel-2. Nilai Porositas Tanah (Arsyad, 1989)

Nilai Porositas Tanah (Arysad , 1989)	
Kelas	Porositas (%)
Sangat Porous	100%
Porous	80 - 60
Baik	60 - 50
Kurang Baik	50 - 40
Buruk	40 - 30
Sangat Buruk	< 30

b. Permeabilitas

Limonit dan Saprolit memiliki permeabilitas yang rendah, yang berarti memiliki sedikit ruang pori, sehingga cairan dan gas tidak mudah mengalir melalui susunannya. Berdasarkan hasil pengukuran, Limonit memiliki nilai permeabilitas sebesar 0.0001317, yang tergolong dalam kategori permeabilitas rendah. Begitu pula, Saprolit memiliki nilai permeabilitas sebesar 0.0000736, yang juga menunjukkan permeabilitas rendah. Kondisi ini menyebabkan kedua material ini lebih cenderung menyimpan air dalam ruang porinya daripada memungkinkan air atau gas untuk mengalir dengan mudah. Kondisi ini menyebabkan material cenderung menyimpan air dalam ruang porinya daripada memungkinkan air atau gas mengalir dengan mudah di material. Permeabilitas ini mempengaruhi kecepatan aliran air tanah, proses infiltrasi, dan pengelolaan daya air struktur tanah daerah tambang.

Tabel-3. Nilai Permeabilitas Tanah (Uhland dan O'Neil, 1951)

Nilai Permeabilitas Tanah (Uhland dan O'Neil , 1951)		
Jenis Tanah	k (cm/s)	Keterangan
Kerikil	> 10-1	Permeabilitas Tinggi
Kerikil halus / Pasir	10-1- 10-3	Permeabilitas Sedang
Kerikil Sangat Halus Pasir Lunak Lanau Tidak Padat	10-3- 10-5	Permeabilitas Rendah
Lanau Padat Lanau Lempung Lanau Tidak Murni	10-5- 10-7	Permeabilitas Sangat Rendah
Lempung	< 10-7	Tidak Tembus Air

5. Laju perkolasi

Laju perkolasi adalah sub sistem dalam suatu siklus hidrologi dimana terjadinya proses masuk atau menembusnya air lewat gravitasi dari suatu lapisan tanah ke lapisan berikutnya, hingga mencapai lapisan jenuh air (Wilson,1990).

Laju perkolasi di Pit Denver Selatan mengalami penurunan dan kenaikan yang berubah ubah. Hal ini memperlihatkan penambahan air secara berulang - ulang ke dalam Pit Denver Selatan yang menyebabkan laju perkolasi atau kemampuan tanah dalam meresapkan air terkadang menurun dan terkadang meningkat, yang dikatakan tidak stabil.

Pada bulan April, laju perkolasi tercatat sebesar 0.65, yang termasuk dalam kategori aliran yang sangat lambat, menunjukkan bahwa tanah memiliki kemampuan yang terbatas dalam meresapkan air. Sedangkan pada bulan Mei, laju perkolasi meningkat menjadi 2.05, yang tergolong aliran yang lambat, menggambarkan adanya peningkatan kemampuan tanah dalam meresap air pada periode tersebut. Fluktuasi ini menunjukkan dinamika kondisi tanah dan pengaruh faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses perkolasi di area tersebut.

Tabel-4. Nilai Laju Perkolasi (Kohnke, 1968)

Nilai Laju Perkolasi (Kohnke , 1968)		
Jenis	Laju Perkolasi	
	ln./hr	mm/hr
Aliran Deras	> 6.3	>160
Aliran Sedang	2.0 - 6.3	50 - 160
Aliran Lunak	0.63 - 2.0	16 - 50
Aliran Cukup Lambat	0.20 - 0.63	5.0 - 16
Aliran Lambat	0.05 - 0.20	1.25 - 5.0
Aliran Sangat Lambat	< 0.05	< 1.25

6. Perhitungan Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan diperlukan untuk menghubungkan hubungan hujan dengan muka air tanah.Jika terjadi hujan,maka muka air tanah yang pada keadaan stabil akan mengalami kenaikan muka air tanah. Pada penelitian digunakan data perhitungan curah hujan 3 tahun terakhir di PT.Makmur Lestari Primatama. Didapatkan rata-rata jam hujan per harinya yaitu 10.14 mm/jam. Angka ini memberikan gambaran tentang seberapa banyak air hujan yang jatuh dalam waktu satu jam. Dengan informasi ini, dapat diprediksi bagaimana hujan mempengaruhi muka air tanah, terutama dalam hal penambahan volume air tanah yang masuk akibat hujan**.** Dilakukan perhitungan curah hujan sebagai berikut:

Tabel-5. Tabel Intensitas Hujan PT. Makmur Lestari Primatama

Tahun	Max Total
2021	372
2020	455.7
2019	447.6
2018	670.5

Intensitas Curah Hujan	243.25	mm/hari	10.14	mm/jam

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v11i1.17142

7. Perhitungan Iklim Schmidt - Fergusson

Perhitungan iklim schmidt-fergusson diperlukan untuk menentukan iklim rata - rata di PT.Makmur Lestari Primatama setiap tahunnya. Metode ini memberikan gambaran mengenai tingkat kelembapan dan curah hujan yang terjadi di area tersebut dalam periode tahunan. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan untuk empat tahun terakhir, terlihat adanya variasi signifikan dalam kategori iklim yang terjadi.

Pada tahun 2018, PT. Makmur Lestari Primatama memiliki persentase 37.5% dalam kategori Iklim C, yang berarti iklim di area tersebut dapat dikategorikan sebagai "Agak Basah". Hal ini menunjukkan bahwa curah hujan yang terjadi sepanjang tahun berada dalam kisaran yang cukup tinggi, namun tidak terlalu ekstrem.

Pada tahun 2019 juga dianalisa, kondisi iklim serupa terjadi, dengan 42.86% berada dalam kategori Iklim C, "Agak Basah". Meskipun sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan tahun 2018, karakteristik iklim tetap menunjukkan kelembapan yang cukup, tetapi masih berada dalam batas normal untuk wilayah tersebut.

Namun, pada tahun 2020, terdapat perubahan signifikan di mana persentase iklim Iklim A, "Sangat Basah", mencapai 0%. Hal ini menandakan bahwa sepanjang tahun 2020, wilayah PT. Makmur Lestari Primatama mengalami kondisi iklim yang lebih ekstrem dengan curah hujan yang jauh lebih tinggi dari tahun-tahun sebelumnya. Tahun tersebut memiliki curah hujan yang sangat tinggi, yang mempengaruhi pola iklim di area tersebut.

Di tahun 2021, meskipun kembali mengalami penurunan, namun dengan persentase 9.09% dalam kategori Iklim A "Sangat Basah", iklim di PT. Makmur Lestari Primatama masih menunjukkan tanda-tanda curah hujan yang sangat tinggi, meskipun tidak setinggi tahun sebelumnya.

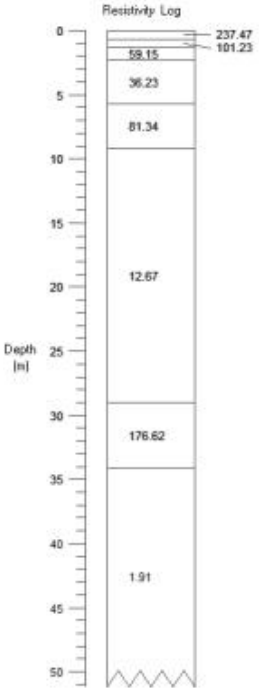
Secara keseluruhan, perhitungan iklim Schmidt-Fergusson menunjukkan bahwa wilayah PT. Makmur Lestari Primatama mengalami fluktuasi dalam hal kelembapan dan curah hujan, dengan beberapa tahun menunjukkan kondisi yang lebih basah dari yang lain. Hal ini tentunya perlu diperhatikan dalam pengelolaan sumber daya air dan perencanaan operasional di area tersebut, terutama dalam hal pengelolaan banjir dan keberlanjutan lingkungan pertambangan.

Tabel-7. Klasifikasi Iklim (Schmidt-Ferguson, 1950)

Klasifikasi Iklim (Schmidt - Ferguson)		
Iklim	Rasio Q	Sifat
A	0 % ≤ Q < 14.3 %	Sangat Basah
B	14.3 % ≤ Q < 33.3 %	Basah
C	33.3 % ≤ Q < 60 %	Agak Basah
D	60 % ≤ Q < 100 %	Sedang
E	100 % ≤ Q < 167 %	Agak Kering
F	167 % ≤ Q < 300 %	Kering
G	300 % ≤ Q < 700 %	Sangat Kering
H	700 % ≤ Q	Luar Biasa Kering

8. Hasil Geolistrik

Pengolahan data geolistrik dilakukan dengan menggunakan beberapa perangkat lunak canggih, seperti PROGRESS, IP2WIN, dan Rockworks, yang memungkinkan analisis dan visualisasi data dengan akurat. Software-software ini digunakan untuk memproses data resistivitas yang diperoleh dari pengukuran geolistrik di lapangan, dengan tujuan untuk mengidentifikasi karakteristik bawah permukaan tanah. Dalam penelitian ini, pengukuran resistivitas dilakukan pada kedalaman yang bervariasi, dan setiap kedalaman diinterpretasikan untuk menentukan jenis material yang ada di bawah permukaan. Salah satu temuan utama dari pengolahan data ini dapat dilihat pada gambar 7, dengan keterangan pada kedalaman 29 hingga 34 meter, di mana nilai resistivitas batuan menunjukkan adanya lapisan yang memiliki karakteristik yang mengindikasikan keberadaan air bawah permukaan tanah. Menurut Telford, dkk. (1990), resistivitas yang rendah pada kedalaman tersebut mengindikasikan adanya air tanah yang terperangkap di dalam pori-pori batuan, yang dapat dijadikan sebagai sumber air tanah. Data resistivitas yang diperoleh menggunakan teknik geolistrik ini sangat penting untuk mengetahui kondisi hidrogeologi suatu wilayah, khususnya dalam menentukan potensi sumber daya air bawah tanah.



Gambar-7. Tampilan Nilai Resistivitas Hasil Pengolahan Software PROGRESS

Nilai tampilan resistivitas batuan yang didapatkan pada software PROGRESS gambar-7 diidentifikasi selanjutnya dengan tabel harga resistivitas batuan menurut Telford, dkk. 1990. Adapun tabel-8 menjelaskan tabel harga resistivitas batuan.

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v11i1.17142

Tabel-8. Tabel Harga Resistivitas Batuan (Telford,dkk. 1990)

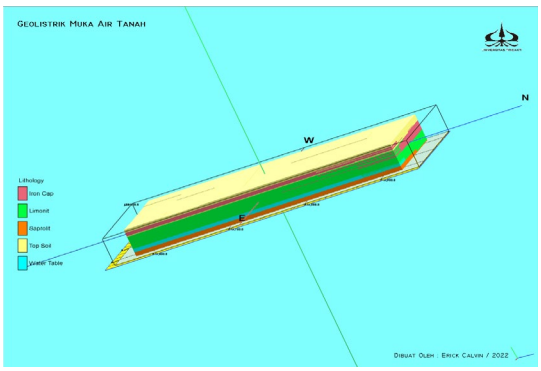
Material	Harga Resistivitas (Ω m)
Air Permukaan	80 - 200
Air Tanah	30 - 100

9. Hasil Software Rockworks 3 Dimensi

Pengolahan lanjutan dengan model 3dimensi dilakukan dengan bantuan software Rockworks. Dihasilkan lapisan per lapisan yang ditandai dengan perbedaan warna disetiap lapisan. Lapisan dibedakan menjadi 4, yaitu lapisan iron cap ditandai dengan warna merah muda, lapisan limonit yang ditandai dengan warna hijau, lapisan saprolit dengan warna orange, dan lapisan top soil yang ditandai dengan warna kuning (Gambar-8).

Setiap lapisan ini merepresentasikan perbedaan sifat fisik dan kimia yang ada di dalam tanah, yang sangat penting untuk analisis geologi dan eksplorasi mineral. Pewarnaan ini mempermudah visualisasi dan pemahaman terhadap struktur bawah permukaan, sehingga mempermudah proses identifikasi sumber daya alam. Selain itu, variasi warna yang jelas memperlihatkan perbedaan yang signifikan antar jenis material tanah yang terdapat pada kedalaman yang berbeda. Serta dengan parameter muka air tanah berwarna biru sebagai hasil pengolahan geolistrik. Hasil pewarnaan dilakukan berdasarkan mengikuti kaidah pewarnaan litologi nikel secara umum.

Tentunya, tiap lapisan mengidentifikasikan kedalaman tertentu, dengan lapisan muka air tanah berwarna biru pada kedalaman 29-34 m. Muka air tanah yang terdeteksi ini memberikan informasi yang sangat penting terkait kestabilan lereng dan potensi pergerakan air bawah tanah. Analisis lebih lanjut terhadap lapisan ini dapat membantu dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air dan mitigasi risiko bencana alam.



Gambar-8. Hasil Interpretasi 3 Dimensi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pertambangan nikel memiliki permasalahan cenderung pada hidrologi, dengan studi ini didapatkan parameter hidrologi seperti intensitas hujan, klasifikasi iklim, nilai uji lab porositas dan permeabilitas, serta nilai muka air tanah menggunakan metode geolistrik. Permasalahan hidrologi yang sering terjadi dalam pertambangan nikel termasuk muka air tanah ataupun kondisi fracture dalam air tanah. Studi ini memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan hidrologi di daerah pertambangan. Pemahaman tentang parameter-parameter hidrologi ini sangat penting untuk perencanaan dan pengelolaan tambang yang lebih berkelanjutan.
2. Curah hujan pada pertambangan nikel PT. Makmur Lestari Primatama sebesar 243.25 mm/hari dan 10.14 mm/hari. Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan erosi tanah yang signifikan, mempengaruhi lereng, serta meningkatkan risiko banjir di area pertambangan. Nilai curah hujan ini menunjukkan adanya potensi kelembapan yang tinggi, yang dapat berdampak pada kondisi hidrologi daerah pertambangan tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengelolaan air yang efektif untuk menghindari kerusakan infrastruktur tambang. Selain itu, pemantauan intensitas hujan secara berkelanjutan diperlukan untuk perencanaan jangka panjang dalam mitigasi risiko.
3. Dalam klasifikasi iklim menurut Schmidt-Ferguson , Iklim di pertambangan nikel PT. Makmur Lestari Primatama tergolong kedalam jenis iklim A(Sangat Basah) dan Iklim C (Agak Basah). Iklim sangat basah dan agak basah mempengaruhi distribusi air tanah serta kondisi operasional tambang, seperti pengelolaan drainase dan manajemen air hujan. Kondisi iklim ini meningkatkan kebutuhan untuk merancang sistem penanganan air yang efisien untuk mencegah terjadinya genangan atau banjir di area pertambangan. Klasifikasi iklim ini juga berkaitan dengan keberlanjutan pertambangan, karena akan mempengaruhi keberadaan dan distribusi air di bawah permukaan.
4. Limonit dan saprolit bersifat porous,dapat menampung banyak volume air tanah dengan air yang mengisi ruang kosong dalam susunannya.Dan Limonit dan saprolit memiliki permeabilitas yang rendah berarti memiliki sedikit ruang pori yang terhubung,memungkinkan cairan dan gas tidak mengalir di dalam susunannya. Meskipun limonit dan saprolit dapat menampung air dalam ruang pori mereka, sifat permeabilitas yang rendah menghambat pergerakan air tanah secara vertikal dan horizontal. Hal ini berimplikasi pada kestabilan lereng nantinya dan pergerakan air tanah yang dapat mempengaruhi aktivitas penambangan. Selain itu, pembatasan aliran air ini dapat menyebabkan akumulasi air yang berlebihan di dalam tanah, yang berpotensi menambah tekanan pada struktur tanah dan meningkatkan risiko longsor.
5. Peran alat geolistrik metode schlumberger untuk mencari muka air tanah. Diinterpretasikanpada lapisan kedalaman 29 - 34 m ditemukan muka air tanah. Penggunaan metode geolistrik dengan konfigurasi Schlumberger memungkinkan pemetaan distribusi air tanah dengan akurasi yang tinggi pada kedalaman tertentu. Penemuan muka air tanah pada kedalaman 29-34 m memberikan data penting yang dapat digunakan untuk merancang sistem drainase dan pengelolaan air yang lebih efektif. Selain itu, informasi ini membantu dalam menentukan area yang lebih rentan terhadap perubahan muka air tanah, yang dapat mempengaruhi operasi pertambangan.

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v11i1.17142

Dengan teknologi ini, risiko terkait perubahan hidrologi dapat diminimalkan dan ditangani dengan lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada PT. Makmur Lestari Primatama yang telah memfasilitasi dalam pengambilan data lapangan, serta Laboratorium FTSP Universitas Trisakti yang telah membantu proses pengolahan data penelitian.

DAFTAR ACUAN

[1] Benyamin Lakitan. 1994. *Dasar Dasar Klimatologi*. PT RajaGrafindo Persada. Jakarta Utara.

[2] Sitanala Arsyad. 2006. *Konservasi Tanah & Air.* IPB PRESS. Jawa Barat.

[3] Chay Asdak. 2018. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.* Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

[4] Braja M. Das, Noor Endah, Indrasurya B.Mochtar. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis).* ERLANGGA. Jakarta

[5] R. Kirsch. 2009. *Groundwater Geophysics A Tool for Hydrogeology.* Springer. Germany

[6] Reza Aryanto, Dhanty Indriastuty, Masagus A Azizi, Erry Sumarjono. 2020. Analisis Tinggi Muka Air Tanah pada Daerah Longsoran serta Pengaruhnya terhadap Kestabilan Lereng dengan Metode Geolistrik di Bukit Kaliwadas, Kedungwaru Karangsambung JawaTengah. *Prodising Seminar Nasional Pakar ke-3 Buku 1:Sains dan Teknologi*. https://www.researchgate.net/profile/Masagus-Azizi/publication/335570138_Metodologi_Pengukuran_Tingkat_Risiko_Kestabilan_Lereng_Tambang_Terbuka/links/5d6e0060a6fdcc547d759594/Metodologi-Pengukuran-Tingkat-Risiko-Kestabilan-Lereng-Tambang-Terbuka.pdf

[7] Sofran Restu Enanda. 2016. Kajian Penentuan Nilai Koefisien Tanaman dan Laju Perkolasi serta Produksi Tanaman Padi Varietas Ciherang pada Beberapa Ukuran Luas Tanah. *Skripsi*. Program Studi Ketenikan Pertanian Fakultas Pertanian. Univ. Sumatera Utara.

[8] Muhammad Awaluddin. 2017. Studi Permeabilitas Aspal Buton Sebagai Bahan Lapis Kedap. *Skripsi.* Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik. Univ. Hasanuddin Makassar.

[9] Danang Primanggara, Suprapto. 2014. Study Morfologi dan Marfometri Das Way Mesuji. *TekTan Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian.* Volume 6, Nomor 1. https://jurnal.polinela.ac.id/TEKTAN/article/view/860

[10] Aryadi Nurfalaq, Alfian Nawir, Rahma Hi. Manrulu, Emi Prasetyawati Umar. 2018. Identifikasi Akuifer Daerah Pallantikang Kabupaten Janeponto dengan Metode Geolistrik. *Jurnal Fisika FLUX*. Volume 15, Nomor2.https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/f/article/view/5158

[11] Steanly R.R.Pattiselanno, Agus K.Soetrisno. 2017. Mitigasi Karakter Muka Air Banjir dari Marfometri Das Wai Loning-Negeri Laha, Berbasis Geographic Information System (GIS).*Jurnal Simetrik.* Vol 7,No 2. https://ejournal-polnam.ac.id