

GEOLOGI DAN ANALISIS KUALITAS AIR PADA GOA BATU GELAP UNTUK AIR MINUM DESA SUKAMAJU KECAMATAN TENGGARONG SEBERANG KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA

GEOLOGY AND ANALYSIS OF WATER QUALITY IN BATU GELAP GOA FOR DRINKING WATER IN SUKAMAJU VILLAGE, TENGGARONG DISTRICT SEBERANG KUTAI DISTRICT KARTANEGARA PROVINCE OF EAST KALIMANTAN

Muhammad Dahlan Balfas, Hamzah Umar, Muhammad Amin Syam, Robert Royda Adi Wardana, Berlin

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Jl. Sambaliung No.9, Kampus Gunung Kelua, Samarinda

**Email : emdebalfas@yahoo.com*

Abstrak

Secara administratif daerah penelitian dilaksanakan di daerah Desa Sukamaju, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Secara geografis daerah penelitian berada di Luas daerah penelitian adalah kurang lebih 9 km² lebar dari utara ke selatan tiga kilometer (km) dan panjang dari timur ke barat tiga km. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi geologi meliputi tatanan geologi baik kondisi geomorfologi struktur geologi, stratigrafi dan mekanisme struktur geologi dari daerah penelitian dan dipetakan pada peta berskala 1:15,000. Metode pengambilan data difokuskan pada pengambilan data-data geologi permukaan, yang terdiri atas studi literatur, akuisisi data, analisa data dan hasil yang pada akhirnya menjadi sebuah tulisan ilmiah berupa skripsi. Geomorfologi daerah penelitian dibagi menjadi 3 (tiga) bentuk lahan yakni, bentuk lahan punggung homoklin, lembah antiklin dan punggung hockbag. Yang termasuk kedalam bentuk asal struktural. Di daerah penelitian terdapat 3 satuan batuan yaitu satuan Batupasir greywacke, Batugamping Goa Batu Gelap dan Batupasir Sukamaju. Struktur Geologi yang berkembang pada daerah penelitian adalah Antiklin Separi. Berdasarkan hasil analisis pengujian sampel air Goa Batu Gelap secara Fisik, Kimia, dan Mikrobiologi, diperoleh beberapa parameter yang sangat melampaui kadar maksimum baku mutu, di antaranya parameter TDS, Kekeruhan dan Bakteri *Total Coliform* yang menyebabkan air menjadi tercemar. Metode Indeks Pencemaran, menunjukkan bahwa tingkat pencemaran air pada Goa Batu Gelap tergolong *cemar ringan* hingga *Cemar Sedang* untuk kualitas air minum, itu nilai Pij dari ketiga parameter nilainya kurang dari 10 maka Kategori mutu kualitas Air Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 adalah memenuhi Baku Mutu (kondisi Baik).

Kata kunci: geologi, geomorfologi, kualitas air.

Abstract

The field of research was implemented administratively in the area of Sukamaju Village, Tenggarong Seberang District, Kutai Kartanegara Regency, East Kalimantan. Geographically, the research area is located in the study area, about 9 km² from north to south, three kilometers (km), and the length from east to west is three kilometers. This study aims to determine the geological conditions, including the geological preparation, both the geomorphological conditions of the geological structure and the stratigraphic and geological structure mechanisms of the study area, which is planned on a map with a scale of 1: 15000. The data collection method focuses on collecting surface geological data, which consists of literature studies, and obtaining On the data, data analysis and results that in turn become a scientific paper in the form of a thesis. The geomorphology of the research area is divided into 3 (three) terrestrial shapes, namely: monolithic ridge, curved line valley and hockbag hills. Which belongs to the form of a structural asset. In the study area there are 3 rock units, which are greywacke sandstone unit, Batu Gelap cave limestone and Sukamaju sandstone. The geological structure that has developed in the field of research is Separi Anticline. Based on the results of the analysis of Batu Gelap Cave water samples physically, chemically and microbiologically, several factors were found that exceeded the maximum quality standards, including TDS parameters, turbidity, and total coliform bacteria that caused contamination of the water. The pollution index method shows that the water pollution level in Batu Gelap cave is classified as light to medium polluted in relation to drinking water quality, and the beige value of the three parameters is less than 10, so the water quality category based on Environment Minister No.115 of 2003 meets the standard. Quality (good condition)

Keywords: geology, geomorphology, water quality

PENDAHULUAN

Air adalah suatu zat cair yang tidak mempunyai rasa, bau dan warna dan terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H₂O. Karena air mempunyai sifat yang hampir bisa digunakan untuk apa saja, maka air merupakan zat yang paling penting bagi semua bentuk kehidupan (tumbuhan, hewan, dan manusia) sampai saat ini selain matahari yang merupakan sumber energi.

Sampai saat ini ketersediaan air masih menjadi masalah Karena sumber air yang ada diyakini masih belum mampu untuk mencukupi kebutuhan air jangka panjang masyarakat, seperti pada desa Sukamaju yang masih memiliki masalah ketersediaan air bersih terutama sebagai bahan baku air minum, selain memiliki potensi yang cukup baik untuk dikembangkan seperti potensi Goa Batu Gelap, selain sebagai potensi geowisata dapat juga dimanfaatkan sebagai sumber air bersih hingga sebagai bahan baku air minum.

Oleh karena itu perlu dilakukan analisis kualitas air yang ada di kawasan Goa Batu Gelap untuk kemudian dapat dibandingkan dengan standar baku mutu air Minum yang berlaku sehingga didapatkan Status mutu air yang peruntukannya untuk air minum kawasan Goa Batu Gelap Desa Sukamaju Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur.

METODOLOGI

Waktu dan Lokasi

Proses pengambilan data di lapangan dilaksanakan pada Bulan maret 2020 pada goa Batu Gelpa Desa Sukamaju Kecamatan Tenggarong Seberang Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur.

Pengambilan Sampel Uji

pengambilan sampel air pada sumber air yang berada di dalam Goa Batu Gelap, yang mencakup 3 titik sumber mata air yang diambil secara *purposive sampling*. Ketiga titik

pengambilan sampel memiliki jarak sekitar 100m. penempatan sampel air harus bersih dan steril. Botol sebaiknya mempunyai mulut lebar dan tertutup kertas aluminium foil. Botol yang mempunyai tutup masuk ke dalam leher harus diberi kertas pelindung. Kertas pelindung ditutupkan di atas penutup diikat sekeliling leher botol sebelum disterilkan. Botol harus mempunyai volume minimum 150 ml untuk diisi sampel air paling sedikit 100 ml dan masih ada sisa ruangan di atas contoh, sehingga dapat untuk mencampur sampel sebelum diperiksa, kemudian sampel diperiksa pada laboratorium Balai Riset Dan Teknologi Industri Samarinda.

Metode Indeks Pencemaran

Jika Lij menyatakan konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam Baku Mutu suatu Peruntukan Air (j), dan Ci menyatakan konsentrasi parameter kualitas air (i) yang diperoleh dari hasil analisis cuplikan air pada suatu lokasi pengambilan cuplikan dari suatu alur sungai, maka PIj adalah Indeks Pencemaran bagi peruntukan (j) yang merupakan fungsi dari Ci/Lij. Harga Pij ini dapat ditentukan dengan cara :

1. Pilih parameter-parameter yang jika harga parameter rendah maka kualitas air akan membaik
2. Pilih konsentrasi parameter baku mutu yang tidak memiliki rentang.
3. Hitung harga Ci/Lij untuk tiap parameter pada setiap lokasi pengambilan cuplikan.
4. a). Jika nilai konsentrasi parameter yang menurun menyatakan tingkat pencemaran meningkat, misal DO. Tentukan nilai teoritik atau nilaimaksimum Cim (misal untuk DO, maka Cim merupakan nilai DO jenuh). Dalam kasus ini nilai Ci/Lij hasil

pengukuran digantikan oleh nilai Ci/Lij hasil perhitungan, yaitu :

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.5)}$$

b). Jika nilai buku Lij memiliki rentang untuk $C_{ij} < L_{ij \text{ rata-rata}}$

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.6)}$$

Untuk $C_{ij} > L_{ij \text{ rata-rata}}$

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.7)}$$

5. Keraguan timbul jika dua nilai (Ci/Lij) berdekatan dengan nilai acuan 1,0, misal $C1/L1j = 0,9$ dan $C2/L2j = 1,1$ atau perbedaan yang sangat besar, misal $C3/L3j = 5,0$ dan $C4/L4j = 10,0$. Dalam contoh ini tingkat kerusakan badan air sulit ditentukan. Cara untuk mengatasi kesulitan ini adalah :

- (1) Penggunaan nilai (Ci/Lij) hasil pengukuran kalau nilai ini lebih kecil dari 1,0.
- (2) Penggunaan nilai (Ci/Lij) baru jika nilai (Ci/Lij) hasil pengukuran lebih besar dari 1,0

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = 1,0 + P \cdot \log(C_i/L_{ij}) \text{ hasil pengukuran} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.8)}$$

P adalah konstanta dan nilainya ditentukan dengan bebas dan disesuaikan dengan hasil pengamatan lingkungan dan atau persyaratan yang dikehendaki untuk suatu peruntukan (biasanya digunakan nilai 5).

6. Tentukan nilai rata-rata dan nilai maksimum dari keseluruhan Ci/Lij ((Ci/Lij)R dan (Ci/Lij)M).

7. Tentukan harga Pij

$$P_{ij} = \sqrt{\dots\dots\dots} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.9)}$$

Setelah mendapatkan nilai Ci/Lij baru dari keseluruhan parameter yang dianalisis ditentukan nilai Ci/Lij maksimum dan Ci/Lij rata-rata kemudian ditentukan Indeks pencemaran dengan menggunakan persamaan (2.9). Mutu kualitas air dikategorikan seperti yang tercantum dalam tabel (2.2) berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan hidup No.115 Tahun 2003.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geologi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil pengolahan data lapangan yang diperoleh dari pemetaan geologi maka geologi daerah penelitian dibagi menjadi satu satuan geomorfik, yaitu struktural dengan klasifikasi bentuklahan yang terdapat di daerah penelitian dapat dibagi menjadi tiga satuan bentuklahan, yaitu punggung homoklin (S1), lembah antiklin (S2) dan punggung hockbag (S3).

Tabel I. Satuan Geomorfik Daerah Penelitian

Bentuk Ane	Bentuk Muka Bumi	Sabot dan Sawa	Penelitian	
Perbukitan lereng	programan mambila		Morfologi: Bukit Morfometri: Kelengkapan 0-1.00%	Membatasi 30% dalam peta, bentuk Mambila dibatasi dengan kontur yang rapat
			Morfologi: Meriam Morfometri: Kelengkapan 1.00-2.00%	
			Morfologi: Meriam Morfometri: Kelengkapan 2.00-3.00%	
	sahaja sahaja		Morfologi: Bukit Morfometri: Kelengkapan 0-1.00%	
			Morfologi: Meriam Morfometri: Kelengkapan 1.00-2.00%	
			Morfologi: Meriam Morfometri: Kelengkapan 2.00-3.00%	
programan mambila		Morfologi: Bukit Morfometri: Kelengkapan 0-1.00%	Membatasi 20% dalam peta, bentuk Mambila dibatasi dengan kontur yang rapat	
		Morfologi: Meriam Morfometri: Kelengkapan 1.00-2.00%		
		Morfologi: Meriam Morfometri: Kelengkapan 2.00-3.00%		

Gemorfologi Daerah Penelitian

Metode yang digunakan dalam kajian geomorfologi berupa analisis peta topografi dan pengamatan lapangan yang mencakup pola kontur, kisaran sudut lereng, sifat batuan penyusun, pengamatan bentuk bentang alam, sifat aliran sungai, tingkat erosi, dan bentuk lembah sungai. Pembahasan pembagian satuan geomorfologi daerah penelitian mengacu pada klasifikasi morfologi menurut Verstappen (1985), dengan memperhatikan aspek-aspek penunjang seperti morfografi (meliputi sungai, dataran, perbukitan, dan pegunungan, dll).

Berdasarkan aspek aspek geomorfologi yang disebutkan oleh Verstappen (1985), maka bentuklahan yang terdapat di daerah penelitian dapat dibagi menjadi dua satuan bentuklahan, yaitu perbukitan antiklin (S1), dan perbukitan homoklin (S2).

Daerah penelitian dibentuk oleh satuan perbukitan homoklin dan perbukitan antiklin yang terdiri dari:

1. Perbukitan yang memperlihatkan pola kelurusan. Pada daerah telitian hampir 70% berupa daerah perbukitan, pada bagian barat daerah penelitian berupa perbukitan yang mempunyai kontur yang tinggi jika dibandingkan pada daerah timur.
2. Pola umum perbukitan pada daerah telitian relatif berarah utara-selatan yang memanjang dari utara hingga ke selatan.
3. Elevasi dan kelerengan pada daerah telitian dibagi menjadi lima yaitu: daerah dengan kelerengan hampir datar (0-2%), daerah dengan kelerengan landai (2-7%), daerah dengan kelerengan miring (7-15%), daerah

dengan kelerengan agak curam (15-30%), dan daerah dengan curam (30-70%).

Dari hasil analisa kelurusan punggung yang ada pada daerah telitian, ternyata memperlihatkan adanya suatu keterkaitan dan hubungan antara kelurusan punggung, perbukitan maupun dataran dengan jurus dan kemiringan perlapisan batuan serta litologi penyusunnya yang mengindikasikan adanya gejala serta kontrol struktur geologi.

I. Satuan Bentuk Lahan Perbukitan Homoklin (SI)

Bentuklahan ini terbentuk karena adanya proses endogen atau proses tektonik, yang berupa pengangkatan, perlipatan, dan pensesaran. Gaya (tektonik) ini bersifat konstruktif (membangun), dan pada awalnya hampir semua bentuklahan muka bumi ini dibentuk oleh kontrol struktural. Morfografi yang miring dengan morfometri yang berkisar antara 15%-30% dengan dip atau kemiringan batuan 20⁰ sampai dengan 30⁰. Satuan bentuklahan ini dipengaruhi oleh terdapatnya struktur geologi yang berkembang berupa lipatan. Serta terdiri dari litologi seperti Batupasir Greywacke dan batulempung.

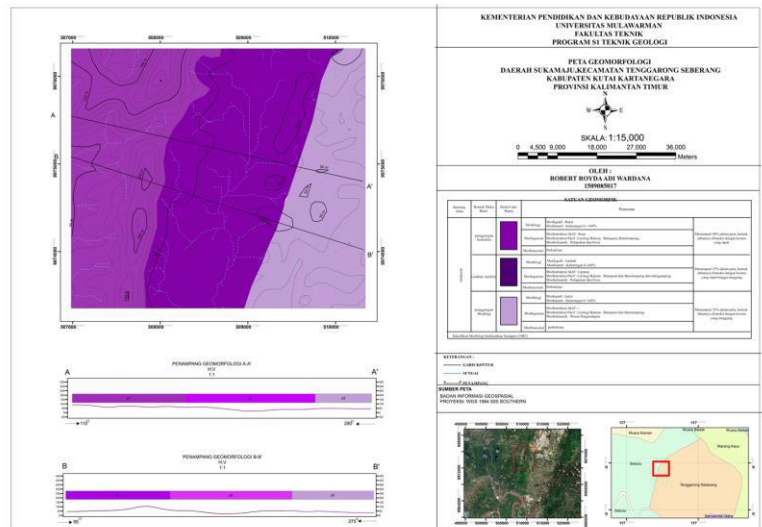
2. Satuan Bentuk Lahan Lembah Antiklin (S2)

Bentuklahan ini terbentuk karena adanya proses endogen atau proses tektonik, yang berupa pengangkatan, perlipatan, dan pensesaran. Gaya (tektonik) ini bersifat konstruktif (membangun), dan pada awalnya hampir semua bentuklahan muka bumi ini dibentuk oleh kontrol struktural. Satuan bentuklahan ini berada pada bagian timur daerah penelitian. Morfografi yang miring dengan morfometri yang berkisar antara 15%-30% dengan dip atau kemiringan batuan yang saling berlawanan. Satuan bentuklahan ini (gambar 4.2) dipengaruhi oleh terdapatnya struktur geologi yang berkembang berupa lipatan. Serta terdiri dari litologi batuan berupa batuan sedimen seperti batupasir, batulempung, batugamping .

3. Satuan Bentuk Lahan punggung hockbag (S3)

Bentuklahan ini terbentuk karena adanya proses endogen atau proses tektonik, yang berupa pengangkatan, perlipatan, dan pensesaran. Gaya (tektonik) ini bersifat konstruktif (membangun), dan pada awalnya hampir semua bentuklahan muka bumi ini dibentuk oleh kontrol structural. Punggungan hockbag adalah bentuk lahan yang merupakan bagian dari bentuk asal structural yang terbentuk

akibat pengaruh struktur geologi, bentuk lahan ini ada di bagian timur Sukamaju dibuktikan dengan dip batuan yang memiliki kemiringan diatas 45o .



Gambar I. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian

Geologi Daerah Penelitian

Pada pembahasan stratigrafi daerah penelitian, digunakan istilah satuan batuan berdasarkan ciri fisik batuan yang diamati di lapangan, meliputi jenis batuan, keseragaman litologi serta posisi stratigrafi antar satuan batuan tersebut. Pembagian satuan batuan ini dilakukan untuk setiap jenis batuan yang seragam, sedangkan penamaan batuannya didasarkan pada jenis batuan yang dominan. Penemuan satuan tersebut berdasarkan pada ciri-ciri (karakter) litologi meliputi tekstur, struktur sedimen, dan lingkungan pengendapan. Stratigrafi daerah penelitian pada Desa Sukamaju, Separi Tenggara Seberang. Terdiri atas formasi pulau balang. Fomasi Pulau Balang adalah endapan laut Diendapkan pada lingkungan neritik awal hingga tengah pada miosen awal, yang terbagi atas beberapa satuan batuan diantaranya yaitu :

1. Pada bagian tengah daerah penelitian terbentuk Satuan Batupasir Karbonat dengan anggota Satuan berupa Batupasir Greywacke Batugamping ,Batupasir halus dan batulempung yang menjadi Satuan paling tua pada lokasi penelitian
2. Kemudian Pada bagian timur terendapkan Batupasir Silika Sukamaju yang yang terendapkan secara tipis-tipis memiliki struktur flaser lenticular dan wavy bedding yang menunjukkan bahwa semakin kearah timur Lingkungan pengendapan pada Fomasi Pulau

Balang semakin kearah darat delta mahakam pada lower delta plain. Pada daerah penelitian dibagi atas 3 satuan batuan dari tua ke muda yaitu:

- Satuan Batugamping Sukamaju
- Satuan Batupasir Greywacke Sukamaju
- Satuan batupasir Silika Sukamaju

I.Satuan Batugamping Sukamaju

Satuan ini terdapat dalam Formasi Pulau Balang tersebar di bagian tengah daerah penelitian. Satuan ini menempati 20% dari keseluruhan luas daerah.

Ciri litologi Satuan Batugamping Sukamaju adalah batugamping terumbu (gambar 4.11) dengan anggota satuan batu pasir halus , batulempung. Dicitrakan berwarna putih keabu-abuan , struktur fosiliferous tekstur amorf.



Gambar 4.8 Batugamping kristalin pada lokasi pengamatan 38 (arah foto N 189°E).

Penentuan lingkungan pengendapan Satuan Batugamping Sukamaju dilakukan dengan menginterpretasikan hasil pengukuran MS (Measuring Section) dan analisis sedimentologi dengan memperhatikan pola struktur sedimen, ukuran butir dan kriteria fisik batuan lainnya. Singkapan yang ditemukan pada daerah penelitian sebanding dengan model lingkungan pengendapan menurut Allen & chambers (1998) bahwa satuan ini diendapkan pada lingkungan pengendapan Laut dangkal hingga pantai (Delta Front), karena struktur batugamping menunjukkan terbentuk pada laut dangkal secara insitu serta menunjukkan pola pengendapan batuan yang berselingan antara batupasir dan batulempung sebagai salah satu penciri lingkungan transisi yang mengalami perubahan muka air (pasang-surut) yang berubah-ubah secara dinamis yang sebanding dengan peneliti terdahulu.

Untuk penentuan lingkungan pengendapan berdasarkan fosil foraminifera bentonik yang

dikandung oleh batuannya, tidak dapat dilakukan (barren) karena tidak ada ditemukan fosil foraminifera bentonik.

2 .Satuan Batupasir Greywacke Sukamaju

Satuan ini terdapat dalam Formasi Pulau Balang dan tersebar di bagian barat lokasi penelitian yang menempati 45% dari seluruh area Penelitian. Singkapan dapat ditemukan dengan baik didekat alur sungai atau parit dan bekas bangunan rumah dan di tanah lapang.pada Satuan Batupasir Greywacke Sukamaju ini Struktur yang berkembang berupa adanya lembah Antiklin dan terdapat bentuk lahan punggungan Homoklin.



Penentuan lingkungan pengendapan Satuan Batupasir Greywacke Sukamaju dilakukan dengan menginterpretasikan hasil pengukuran MS (Measuring Section) dan analisis sedimentologi dengan memperhatikan pola struktur sedimen, ukuran butir dan kriteria fisik batuan lainnya. Singkapan yang ditemukan pada daerah penelitian yang sebanding dengan model lingkungan pengendapan menurut (Allen & Chambers,1998) bahwa satuan ini diendapkan pada lingkungan pengendapan Laut dangkal (Delta Front) sesuai dengan struktur Humocky cross Stratification yang ditemukan dilokasi penelitian pada Lokasi Penelitian 25 serta variasi litologi yang ada pada lokasi penelitian.

3.Satuan Batupasir Silika Sukamaju

Satuan ini terdapat dalam Formasi Pulau Balang tersebar di bagian timur daerah penelitian. Satuan ini menempati 35% dari keseluruhan luas daerah. Kenampakan batuan yang tersingkap di daerah penelitian menunjukkan dominasi perselingan batupasir-batulempung yang dominan. Terendapkan pada satuan waktu geologi yaitu miosen tengah hingga miosen akhir dengan struktur sedimen yang berkembang adalah laminasi dan perselingan batupasir dan batulempung.

Ciri litologi satuan batupasir Silika Sukamaju adalah perselingan batupasir perlapisan dengan matriks kuarsa (gambar dengan anggota satuan berupa batulempung, batubara, shalycoal, dan coalys shale. Dicirikan berwarna putih kecoklatan, ukuran butir pasir halus, membundar, terpilah baik, kemas terbuka, komposisi kuarsa (matriks), silika (semen), struktur berupa masif, flaser, lentikuler, laminasi, wavy laminasi. Pengamatan petrografis (gambar 4.16). selain itu dilokasi penelitian didapatkan singkapan berupa batubara yang terendapkan secara tipis dengan struktur Kubikal dan cerat cokelat.



Gambar 4.17 Batupasir halus struktur perlapisan lokasi pengamatan 18 (arah foto N)



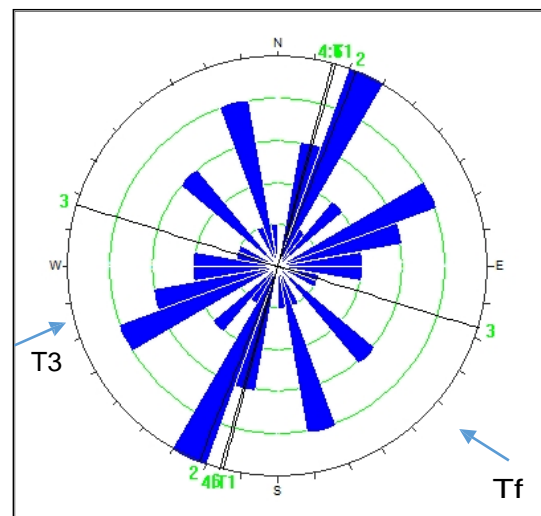
Gambar 4.18 Batupasir perselingan batulempung dengan struktur wavy laminasi lokasi pengamatan 7 (arah foto N 140°E).

Penentuan lingkungan pengendapan satuan batupasir Silika Sukamaju dilakukan dengan menginterpretasikan hasil pengukuran MS (Measuring Section) dan analisis sedimentologi dengan memperhatikan pola struktur sedimen, ukuran butir dan kriteria fisik batuan lainnya. Singkapan yang ditemukan pada daerah

penelitian diendapkan pada lingkungan pengendapan transisi dengan sub lingkungan pengendapan transitional lower delta plain karena menunjukkan pola pengendapan batuan yang berselingan antara batupasir dan batulempung sebagai salah satu penciri lingkungan transisi yang mengalami perubahan muka air (pasang-surut) yang berubah-ubah secara dinamis yang sebanding dengan penelitian terdahulu.

Struktur Geologi Daerah Penelitian

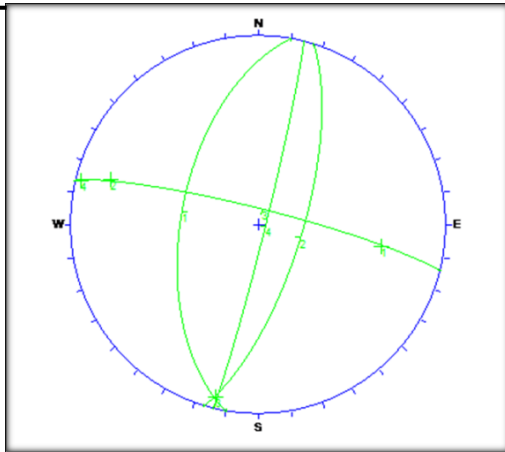
Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian dibagi menjadi dua fase deformasi yaitu deformasi ductile dimana elastic limit batuan dilampaui dan perubahan bentuk dan volume pada batuan tidak kembali ke keadaan semula sehingga akan menghasilkan struktur berupa lipatan (fold) pada batuan, serta deformasi brittle yang terjadi apabila batas atau limit deformasi elastik dan ductile dilampaui dimana batuan akan patah dan hancur, sehingga menghasilkan struktur berupa kekar (joints). Kemiringan lapisan yang variatif pada daerah penelitian juga merupakan hasil dari arah gaya yang bekerja pada daerah ini dan sebanding dengan arah gaya regional yang berarah tenggara-baratlaut.



Gambar 4.19 diagram roset arah gaya kekar lokasi penelitian

Struktur Lipatan

Lipatan terbentuk dengan arah utara timurlaut-selatan baratdaya (gambar 4.15) dan kenampakan dilapangan dengan kemiringan antara 230-560. Lipatan berupa antiklin dengan bentuk asimetris (gambar 4.16). Berdasarkan klasifikasi Fleuty (1964) didapatkan penamaan lipatan ialah upright horizontal fold. Dengan



Gambar 4.19 Stereonet lipatan daerah penelitian.

Secara regional, arah tegasan utama di daerah telitian yaitu relatif berarah tenggara-baratlaut yang disebabkan deformasi oleh gaya tektonik. Sehingga menyebabkan adanya struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian diantaranya kekar dan lipatan. Di daerah penelitian, pada Kala Miosen Tengah (McClay, 2000) setelah batuan terbentuk dan kemudian mendapat deformasi tekanan/kompresi dari arah baratdaya-tenggara sehingga terbentuk struktur geologi berupa lipatan, dengan arah sumbu lipatan utara timurlaut-selatan baratlaut yang relatif tegak lurus terhadap arah tegasan. Lipatan di daerah telitian adalah antiklin Separi yang merupakan lipatan pertama di Mahakam fold belt yang terbentuk bersama-an dengan antiklin Sebulu/Mentawir pada Kala Miosen Tengah N8 (McClay, 2000).

Sejarah Geologi Daerah Penelitian

Sejarah geologi di daerah penelitian di mulai sejak akhir Miosen Tengah, yaitu sejak batuan tertua di daerah penelitian pertama kali diendapkan, hingga saat ini (Resen). Pada Kala Miosen Tengah (N8) berdasarkan umur makrofosil di lokasi pengamatan 38. di daerah penelitian mulai diendapkan Satuan Batupasir Greywacke Sukamaju dan Satuan batugamping Sukamaju secara bersamaan namun dalam fasies pengendapan yang berbeda. Satuan batupasir greywacke terdiri dari Batupasir Greywacke dan batupasir halus dengan sisipan batulempung, sedangkan satuan Batugamping Sukamaju terdiri dari batugamping terumbu, batugamping kristalin dan batulempung.

Satuan Batupasir Greywacke Sukamaju diendapkan pada litoral (pantai) atau pada kedalaman 20-100 m. Saat pengendapan Satuan batupasir greywacke sukamaju di daerah penelitian mengalami fase transgresi.

Pada Kala Miosen Tengah N8

(berdasarkan zonasi biostratigrafi oleh Bachtiar, 2004), diendapkan satuan batupasir Silika Sukamaju yang terdiri dari batupasir sedang, dengan anggota satuan batulempung, batulanau, shalycoal, coalys shale dan batubara. Satuan batupasir sukamaju diendapkan pada zona litoral (pantai) berdasarkan hasil analisis sedimentologi karena tidak ditemukannya fosil penunjuk (barren). Saat pengendapan satuan ini mengalami fase transgresi yang kemudian mengalami fase regresi, fase regresi dimulai saat Kala Miosen Tengah.

Daerah penelitian yang telah terangkat karena proses regresi kemudian mulai mengalami pengaruh gaya eksogen yang bersifat destruktif. Mengalami deformasi berupa lipatan, berdasarkan hasil analisis kekar dapat diketahui bahwa pembentukan lipatan ini mendapat tegasan relatif arah barat laut-tenggara. Proses erosi aktif mengakibatkan bentang alam berubah menjadi seperti saat ini.

Hasil Analisa Data Kualitas Air Perhitungan Nilai Perbandingan Hasil Analisis dengan Nilai Baku Mutu Air (Ci/Li) Kualitas Air Minum

Kualitas suatu air dapat ditentukan dengan melakukan suatu pengukuran terhadap intensitas parameter fisik, kimia, dan biologi atau mikrobiologi. Dalam penentuan status kualitas air, nilai parameter tersebut tidak dapat dipisahkan antara satu dengan yang lainnya, oleh karena itu semua nilai parameter tersebut harus ditransformasikan ke- dalam suatu nilai tunggal yang dapat mewakili. Indeks Pencemaran Air merupakan suatu indeks yang berguna untuk mengevaluasi tingkat pencemaran lingkungan perairan. Untuk mengetahui kualitas suatu lingkungan perairan sesuai dengan peruntukannya, maka mengacu pada pedoman Indeks Mutu Lingkungan Perairan (IMLP)

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun diambil kesimpulan bahwa air yang diukur memenuhi baku mutu Y dan tidak memenuhi baku mutu X. Jadi bila nilai PI lebih kecil dari 1,0, maka sampel air tersebut memenuhi baku mutu termaksud, sedangkan bila lebih besar dari 1,0, sampel dinyatakan tidak memenuhi baku

Tabel 5.3 Perhitungan Cij/Lij tiap parameter sampel air Goa Batu Gelap kualitas air minum

Dengan Menggunakan persamaan (2.9), diperoleh nilai Indeks Pencemaran sampel air

Parameter	Baku Mutu	Satuan	Hasil Uji			Hasil Perhitungan (Cij/Lij)		
			1165	1166	1167	1165	1166	1167
Kekeruhan	5	NTU	5.3	f.76	4.53	f.06	0.352	0.906
TDS	500	mg/L	300	646	290	0.6	f.292	0.58
TSS	50	mg/L	4	6	5	0.08	0.f2	0.f
Besi	0.3	mg/L	0.02	0.02	0.02	0.066667	0.066667	0.066667
Mangan	0.4	mg/L	0.0f	0.f36	0.0f	0.025	0.34	0.025
Kesadahan	500	mg/L	f67	308	f8f	0.334	0.6f6	0.362
Total Coliform	0	MPN/f00 ml	4	f7	f4	4	f7	f4
pH	6-8.5		7.32	7.26	7.34	0.86ff76	0.854ff8	0.863529
Warna	f5	Pt.Co	9.04	4.94	7.68	0.602667	0.329333	0.5f2

Goa Batu Gelap sebagai berikut :

Menghitung nilai perbandingan hasil analisis dan Baku Mutu Air Kelas 1 (Ci/Lij) yang nilai Baku Mutunya memiliki rentang

Rumus matematis untuk memperoleh nilai (Ci/Lij)baru adalah :

$$Ci/Lij)baru = (Cij-7,5)/(6,5-7,5)$$

Perhitungan nilai Cij/Lij baru

Tiap nilai Ci/Lij menunjukkan pencemaran relatif yang diakibatkan oleh parameter kualitas air. Nisbah ini tidak mempunyai satuan. Nilai Ci/Lij = 1,0 adalah nilai yang kritik, karena nilai ini diharapkan untuk dipenuhi bagi suatu Baku Mutu Peruntukan Air. Jika Ci/Lij >1,0 untuk suatu parameter, pada penelitian ini terdapat 3 buah parameter yang memiliki nilai lebih dari 1 yaitu Kekeruhan, TDS, dan Sehingga perlu dilakukan perhitungan nilai Ci/Lij baru dengan persamaan 2.8.

Menghitung (Ci/Lij)MAKSIMUM dan (Ci/Lij)RATA-RATA

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh dari nilai perbandingan antara hasil pengujian di laboratorium dengan Baku Mutu yang mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 Syarat-Syarat dan tentang Pengawasan untuk baku mutu Kualitas Air air bersih Menteri Kesehatan dan Peraturan Nomor 492 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum maka dapat dihitung nilai (Cij/Lij)Maksimum dan (Cij/Lij)Rata-rata.

Menghitung Nilai Indeks Pencemaran

- Perhitungan indeks Pollution pada sampel air goa Batu Gelap 1165

- Perhitungan indeks Pollution pada sampel air goa Batu Gelap 1165

- Perhitungan indeks Pollution pada sampel air goa Batu Gelap 1165
 IP = 4,825

Dari hasil perhitungan nilai Indeks Pencemaran terhadap Status Mutu Air Goa Batu Gelap untuk Peruntukan Air Minum dapat ditentukan sesuai dengan Keputusan Menteri Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 115 Tahun 2003 dikategorikan berdasarkan tabel yang dicantumkan dalam Tabel 2.2 atau tabel 5.6 sebagai berikut;

Tabel 5.7 Status mutu Air untuk peruntukan Air

Kode Sampel	Nilai IP	Deskripsi
1165	2.89962814	Cemar Ringan
1166	5.13591758	Cemar Sedang
1167	4.82557544	Cemar Ringan

Dari Tabel 5.7 tentang status mutu air untuk air minum pada Goa Batu Gelap didapatkan hasil yaitu;

1. Sampel pertama dengan kode sampel 1165 yang berada pada pintu masuk goa dengan nilai 2,899 memiliki Status mutu air yaitu cemar ringan
2. Sampel kedua dengan kode sampel 1166 yang titik pengambilan sampelnya berada pada mesin pompa memiliki nilai 5,135 dengan status mutu air yaitu cemar berat.
3. Sampel ketiga dengan kode sampel 1167 yang titik pengambilan sampelnya berada pada aliran didalam goa memiliki nilai 4,825 dengan

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian tentang kualitas air pada Goa Batu Gelap Desa Sukamaju, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan Hasil pemetaan Geologi Daerah Sukamaju dan sekitarnya didapatkan hasil bahwa lokasi penelitian terdiri atas Satuan Batupasir Greywacke Sukamaju dan Satuan Batugamping Sukamaju dan Satuan Batupasir silika Sukamaju dengan Bentuk asal Struktural yang terdiri atas Bentuk lahan Punggungan Homoklin, lembah antiklin, dan punggungan Hockbag dengan pola aliran Subdendritik yang di pengaruhi oleh pengaruh Struktur dengan arah tegasan utama dari tenggara.
2. Berdasarkan hasil analisis pengujian sampel air Goa Batu Gelap secara Fisik, Kimia, dan Mikrobiologi, diperoleh beberapa parameter yang sangat melampaui kadar maksimum baku mutu, di antaranya parameter TDS, Kekeruhan dan Bakteri Total Coliform yang menyebabkan air menjadi tercemar.
3. Berdasarkan Metode Indeks pencemaran terhadap Status Baku Mutu Air Minum di atas, diperoleh mutu kualitas air semua sampel di tiap-tiap sampel yaitu kode sampel 1165 cemar ringan, kode sampel 1166 cemar sedang, dan kode sampel 1167 cemar ringan. Selain itu nilai Pij dari ketiga parameter nilainya lebih dari 1,0 (Kondisi Baik) maka Kategori mutu kualitas Air Berdasarkan Keputusan Menteri

hingga cemar sedang. Sehingga perlu diperhatikan Aliran dalam goa serta diberikan pengolahan terlebih dahulu sebelum air dialirkan ke masyarakat sekitar.

UCAPAN TERIMAKASIH

penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang disebutkan di bawah ini kepada:

1. Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya.
2. Ayah dan Ibu serta adik-adikku atas doa serta semangat yang tidak habis-habisnya.
3. Bapak Ir. Muhammad Dahlan Balfas, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik dan selaku Pembimbing I
4. Bapak Muhammad Amin Syam, S.Si., M.Eng. selaku Pembimbing II.
5. Bapak Ir. H. Hamzah Umar, S.T., M.T. selaku penguji I
6. Ibu Ir. Puspa Indah Rindawati, S.T., M.Ling. selaku penguji II.
7. Segenap Bapak/Ibu Dosen dan Staf Program Studi Teknik Geologi atas semua ilmu yang telah
8. Teman-teman geologi Universitas Mulawarman terkhusus geologi 2015 yang sering menemani ketika berada dilapangan maupun dikelas.
9. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan penulis atas bantuannya sewaktu penulis melakukan kegiatan lapangan maupun penyusunan laporan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.P dan Chambers, J.L.C. 1998. "Sedimentation In Modern Delta Dan Miocene Mahakam Delta", Proceeding Annual Convention of IPA, Jakarta.
- Arifullah, Ery. 2017. Ichnofabric of Tidal Deposit in Balikpapan Formation, Kutai Basin Indonesia. Bandung : ITB Bachtiar, A., Kristyunianto A., Purnama A.S., Purnama, Yudi S., Rozali M., Syaiful M., Wiyono J., 2010, The Dynamics of Mahakam Delta - Indonesia, Based on Spatial and Temporal Variations of Grab Samples, Cores, and Salinity, Jakarta, AAPG International Conference and
- Bachtiar, Andang. 2004. Ichnological Characteristics in The Modern Mahakam Delta, East Kalimantan. Bandung : IAGI
- Chitra Hermawan. 2017. Penentuan Status Pencemaran Kualitas Air Dengan Metode Storet Dan Indeks Pencemaran (Studi sungai Indragiri Ruas Kuantan

- Tengah, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Kuantan Singingi.
- Balfas, Muhammad Dahlan. 2015. *Geologi Umum*. Untuk Pertambangan dan Depkes RI. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta.
- environmental development. New York : Elsevier.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Indarto. 2010. *Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Penerbit Rineka Cipta. Jember.
- Iin Sumbada Sulistyorini, Muli Edwin, Adriana Sampe Arung. 2016. *Analisis Kualitas Air Pada Sumber Mata Air Di Kecamatan Karanganyar Dan Kaliorang Kabupaten Kutai 4. Sekolah Tinggi Pertanian (STIPER), Sangata, Kalimantan Timur*.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2001. *Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Sekretariat Negara Republik Indonesia. Jakarta.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2005. *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air Dengan Metode Indeks Pencemaran*. Deputi
- Janaba Renngiwur, Ivan Lasaiba, Abajaidun Mahilau. 2016. *Analisis Kualitas Air Yang Dikonsumsi Warga Desa Batu Merah Kota Ambon*. *Jurnal Biologi and Sciens FITK IAIN Ambon*.
- Syutan, Fajar Alam, 2019. *Ecotourism Potential of Batu Gelap Cave Kutai Kartanegara East Kalimantan*. Published Ltd Journal Of Physic.
- McClay, K. R. 1987. *The Mapping of Geological Structure*, University Of London. John Wiley & Sons Ltd., England.
- McClay, K. Ferguson, A. (1997). *Tectonic Evolution of the Sanga-Sanga block, Mahakam Delta, Kalimantan, Indonesia*. AAPG Buletin. h. 765-786.
- Moss, S.J., dan Chambers, J.L.C. 1999. *Tertiary Facies Architecture in the*
- Moss, S.J., dan Chambers, J.L.C., 2000. *Depositional Modelling and Facies Architecture of Rift and Inversion Episodes in the Kutai Basin, Kalimantan, Indonesia*, Proceeding. Indonesian Petroleum Association 27th Annual Convention., Jakarta.
- Supriatna S., Sukardi R., & Rustandi E. *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi., Bandung.
- Suryana Rifda H. 2013. *Analisis kualitas Air Sumur Dangkal kecamatan Biringkanaya Kota Makasar*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin: Makassar
- Ulfah Sarah Sheftiana, Anik Sarminingsih, Winardi D Nugraha. 2017. *Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indeks Pencemaran Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan (Studi Kasus Sungai Gelis, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah*. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.
- Verstappen, H. Th. 1983. *Applied geomorphology: geomorphological surveys for*