

POLA ALIRAN AIR TANAH SERTA PENENTUAN DAERAH *RECHARGE* DAN *DISCHARGE* PADA CEKUNGAN AIR TANAH BATUTUA KABUPATEN ROTE NDAO PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

GROUNDWATER FLOW PATTERNES AND DETERMINITION OF RECHARGE AND DISCHARGE AREANS IN BATUTUA GROUNDWATER BASIN ROTE NDAO REGENCY EAST NUSA TENGGARA PROVINCE

Firman Abu Waitina, Herry Z. Kotta dan Noni Banunaek

Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
E-mail: firmanwaitina@gmail.com, herrykotta@staf.undana.ac.id dan nbanunaek@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan air bersih bagi penduduk yang bermukim di daerah cekungan air tanah Batutua terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, disisi lain penyebaran air tanah tidak merata sehingga sering terjadi kegagalan dalam penggaalian dan pembooran air tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola aliran air tanah dan daerah *recharge* (imbuhan) dan *discharge* (lepasan) pada Cekungan Air Tanah Batutua Kabupaten Rote Ndao Provinsi Nusa Tenggara Timur. Metode yang digunakan dalam Penelitian ini adalah metode observasi dan metode analisis. Metode observasi meliputi pemetaan litologi permukaan, meliputi pengukuran muka air tanah pada sumur gali, sumur bor, mata air dan pengukuran geolistrik. Metode analisis meliputi pengolahan data yang dilakukan berdasarkan data primer dan data sekunder yang dianalisis untuk mengetahui pola aliran air tanah dan daerah *recharge* dan *discharge*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola aliran air tanah mengalir dari daerah Lenguselu menuju ke arah utara (daerah Lidamanu), ke arah selatan (daerah Daleholu) dan ke arah Barat Laut (Daerah Tebole). Di daerah Busalangga dan Helebeik mengalir menuju ke arah selatan (daerah Kuli). Di daerah Sanggaoen mengalir menuju ke arah utara (daerah Oelunggu) dan (daerah Metina). Daerah *recharge* (imbuhan) di cekungan air tanah Batutua tersebar pada Desa Batutua, Kuli Aiseli, Suelain, Inaoe, Nggelodae, Daleholu, Lenguselu, Pilasue, Lidamanu, Maubesi, Oeleka, Oetutulu, Sanggaoen, Lekunik, Oematamboli, Kolobolon, Dodaek, Helebeik Kelurahan Busalangga dan Kelurahan Mokdale. Daerah *discharge* (lepasan) di Cekungan Air Tanah Batutua tersebar pada Desa Oematamboli, Kolobolon, Dodaek, dan Desa Helebeik.

Kata Kunci: *air tanah, aliran air tanah, batuan, recharge, discharge*

Abstract

The need for clean water for people living in the Batutua Groundwater Basin area continues to increase along with the increase in population, on the other hand the distribution of groundwater is uneven so that there are frequent failures in extracting and drilling groundwater. This study aims to determine groundwater flow patterns and Recharge and Discharge areas in the Batutua Groundwater Basin, Rote Ndao Regency, East Nusa Tenggara Province. The methods used in this research are observation method and analysis method. The observation method includes surface lithology mapping, including groundwater level measurements at dug wells, boreholes, springs and geoelectric measurements. The analysis method includes data processing based on primary data and secondary data analyzed to determine groundwater flow patterns and Recharge and Discharge areas. The results showed that the groundwater flow pattern flows from the Lenguselu area towards the north (Lidamanu area), towards the south (Daleholu area) and towards the West Sea (Tebole area). In the Busalangga and Helebeik areas it flows towards the south (Kuli area). In the Sanggaoen area it flows towards the north (Oelunggu area) and (Metina area). Recharge areas in the Batutua Groundwater Basin are distributed in Batutua Village, Kuli Aiseli, Suelain, Inaoe, Nggelodae, Daleholu, Lenguselu, Pilasue, Lidamanu, Maubesi, Oeleka, Oetutulu, Sanggaoen, Lekunik, Oematamboli, Kolobolon, Dodaek, Helebeik Busalangga Village and Mokdale Village. Discharge areas in the Batutua Groundwater Basin are scattered in Oematamboli Village, Kolobolon, Dodaek, and Helebeik Village.

Keywords: *groundwater, groundwater flow, rock, recharge, discharge*

LATAR BELAKANG

Air merupakan salah satu kebutuhan dasar yang sangat di butuhkan demi keberlangsungan hidup untuk semua makhluk hidup. Kebutuhan air bersih terus mengalami peningkatan seiring dengan berkembangnya pertumbuhan penduduk dan pembangunan. Jumlah Penduduk Kabupaten Rote Ndao berdasarkan proyeksi penduduk tahun 2020 adalah sebanyak 165.807 jiwa. Laju pertumbuhan penduduk berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Rote Ndao. Kabupaten Rote Ndao dalam angka 2022, antara tahun 2010 Sampai tahun 2021 mengalami peningkatan sebesar 1,77. Air yang langsung mengalir di permukaan bumi tersebut ada yang mengalir ke sungai, sebagian mengalir ke danau, dan akhirnya kembali ke laut. Sementara itu, air yang meresap kebawah permukaan bumi melalui dua sistem, yaitu sistem air tidak jenuh (*vadous zone*) dan sistem air jenuh. Sistem air jenuh adalah air bawah tanah yang terdapat pada suatu lapisan batuan dan berada pada suatu cekungan air tanah. Sistem ini dipengaruhi oleh kondisi geologi, hidrogeologi, dan gaya tektonik, serta struktur bumi yang membentuk cekungan air tanah tersebut. Air ini dapat tersimpan dan mengalir pada lapisan batuan yang kita kenal dengan akuifer (*aquifer*) (hadian dan abdurahman, 2006). Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Rote Ndao. Kabupaten Rote Ndao memiliki luas wilayah 1.280, 10 km². Kepadatan penduduk pada tahun 2015 adalah 115,44 km². Dalam angka 2020 memiliki peningkatan kepadatan penduduk sebesar 1,3 km². Semakin sempit lahan resapan air diikuti konsumsi air yang tinggi menyebabkan persediaan cadangan airtanah dapat terancam. Oleh sebab itu pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya air tanah merupakan suatu langkah penting dalam upaya melestarikan dan menjaga keberlanjutan potensi airtanah dalam cekungan di indonesia, salah satunya adalah Cekungan Airtanah (CAT) Batutua.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana pola aliran air tanah pada cekungan air tanah Batutua?
2. Bagaimana daerah *recharge* dan *discharge* pada cekungan air tanah Batutua?

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pola aliran air tanah pada cekungan air tanah Batutua.

2. Mengetahui daerah *recharge* dan *discharge* pada cekungan air tanah Batutua.

Air Tanah

Air tanah merupakan bagian air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air). Air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang antar butir-butir tanah yang meresap ke dalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah yang disebut akuifer. Lapisan yang mudah dilalui air tanah disebut lapisan permeable, seperti lapisan pada pasir atau kerikil, sedangkan lapisan yang sulit dilalui air tanah disebut lapisan *impermeable*, seperti lapisan lempung atau geluh, dan lapisan yang dapat menangkap dan meloloskan air disebut akuifer. (Herlambang, 1996).

Hidrogeologi Karst

Sistem hidrogeologi karst dikontrol oleh sistem pelorongan yang dibentuk oleh proses pelarutan batuan, sehingga sangat berbeda dengan sistem hidrologi yang terdapat pada media porus yang dikontrol antar ruang butir batuan. Karst sebagai system mempunyai heterogenitas yang tinggi dan anisotropis (Atkinson, 1985; Goldscheider, 2005). Hal yang dapat dilihat secara jelas pada system karts yang sudah berkembang nampak jarang/tidak dijumpai sungai permukaan dalam tulisan ini disebut sebagai tulisan air tanah. System aliran di kawasan karst oleh White (1988) dikelompokkan menjadi dua, yakni aliran yang didominasi oleh ruang antar butir batuan (*diffuse*) dan aliran yang di dominasi oleh lorong-lorong pelarutan (*conduit*).

Lapisan Pembawa Air Tanah

Ditinjau dari sifat dan perilaku batuan terhadap air tanah terutama sifat fisik, struktur dan tekstur maka batuan dapat dibedakan kedalam 4 (empat) macam, yaitu:

1. Akuifer adalah lapisan batuan yang mempunyai susunan sedemikian rupa sehingga dapat menyimpan dan mengalirkan air tanah yang cukup berarti seperti pasir, dan batugamping.
2. Akuiklud adalah lapisan batuan yang dapat menyimpan air akan tetapi tidak dapat mengalirkan air tanah dalam jumlah yang cukup berarti seperti lempung, shale, tuf halus.

- Akuitar adalah lapisan batuan yang dapat menyimpan air tetapi hanya dapat mengalirkan air tanah dalam jumlah yang sangat terbatas seperti basal scoria, serpih, napal, dan batulempung.
- Akuiflug adalah lapisan batuan yang tidak dapat menyimpan dan mengalirkan air tanah seperti batuan beku dan batuan metamorf dan walaupun ada air pada lapisan batuan tersebut hanya terdapat pada kekar atau rekahan batuan saja.

Porositas

Menurut Harsono (1997), porositas merupakan representasi dari kemampuan suatu batuan reservoir dalam menyimpan fluida. Ada 2 jenis porositas yang dikenal dalam teknik reservoir, kedua porositas tersebut yaitu porositas absolut dan porositas efektif. Porositas absolut diartikan sebagai perbandingan antara volume pori-pori total batuan terhadap volume total batuan, secara sistematis ditulis sebagai berikut:

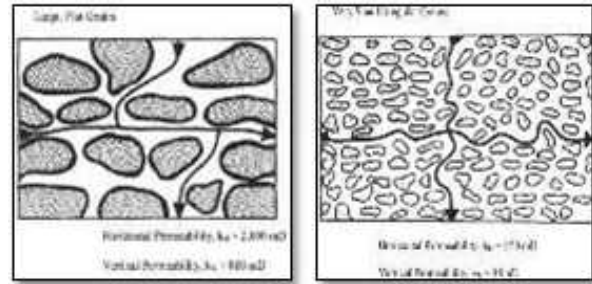
$$\text{porositas Absolut } (\emptyset) = \frac{\text{volume pori} = \text{pori total}}{\text{dxvolume total batuan}} \times 100\%$$

Sedangkan porositas efektif diartikan sebagai perbandingan antara volume pori-pori yang saling berhubungan dengan volume total batuan. Secara sistematis juga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{porositas Absolut } (\emptyset_e) = \frac{\text{dyvolume pori} = \text{pori berhubungan}}{\text{dxvolume total batuan}} \times 100\%$$

Permeabilitas

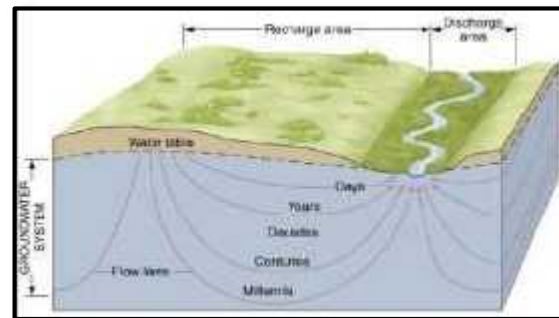
Selain porositas, batuan reservoir harus memiliki kemampuan untuk memungkinkan cairan minyak bumi mengalir melalui pori-pori yang saling berhubungan. Kemampuan batuan menghantarkan fluida disebut permeabilitas. Hal ini menunjukkan bahwa batuan tidak berpori tidak permeabilitas. Permeabilitas batuan bergantung pada porositas efektifnya, akibatnya dipengaruhi oleh ukuran butir batuan, bentuk butir, sebaran ukuran butir (*sortasi*), kemas butir, serta derajat konsolidasi dan sementasi. Jenis tanah liat atau bahan penyemen di antara butiran pasir juga mempengaruhi permeabilitas, terutama jika terdapat air tawar. Beberapa lempung, terutama *smektit* (*bentonit*) dan *montmorillonit* membengkak di air tawar dan cenderung menyumbat sebagian atau seluruh ruang pori (Tiab dan Donaldson, 2004).



Gambar 1. Pengaruh Ukuran Butir terhadap Permeabilitas

Recharge dan Discharge

Proses pengisian pengimbuhan air tanah disebut **Recharge**, sedangkan proses air tanah mencapai permukaan dan mengalir luas lapisan dinamakan **Discharge**. Daerah dimana prepitasi meresap kebawah permukaan dan mencapai zona jenuh air disebut daerah imbuhan air tanah **recharge area**, dan daerah dimana air tanah bergerak menuju permukaan tanah disebut daerah lepasan air tanah **discharge are** (Barkah, 2021).



Gambar 2. Recharge Area dan Discharge Area

Cekungan Air Tanah (CAT)

Cekungan Air Tanah adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas hidrogeologis, tempat semua kejadian hidrogeologis proses pengimbuhan, pengaliran, dan pelepasan air tanah berlangsung. Yang dimaksud batasan adalah akibat dari kondisi geologi bawah permukaan, seperti zona sesar, lipatan, dan kemiringan lapisan batuan. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 43 Pasal 8 Tahun 2008 tentang Air Tanah, Cekungan Air Tanah (CAT) ditetapkan berdasarkan kriteria sebagai berikut:

- Mempunyai batas hidrogeologis yang dikontrol oleh kondisi geologis dan/atau kondisi hidraulik air tanah.
- Mempunyai daerah imbuhan dan daerah lepasan air tanah dalam satu sistem pembentukan air tanah.
- Memiliki satu kesatuan sistem akuifer.



Gambar 3. Ilustrasi Cekungan Air Tanah

Batas Imbuhan dan Lepasannya Air Tanah

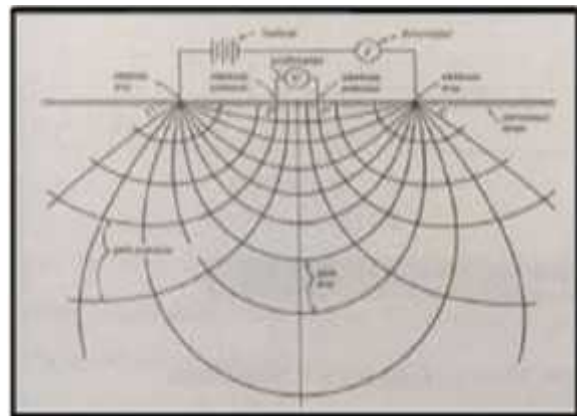
Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 Tahun 2009 telah menetapkan pedoman penyusunan rancangan penetapan cekungan air tanah. Batas antara daerah imbuhan air tanah dan daerah lepasan air tanah merupakan bagian dari batas cekungan air tanah. Penentuan batas antara daerah imbuhan air tanah dan daerah lepasan air tanah sangat penting dalam menyusun rancangan penetapan cekungan air tanah. Batas daerah imbuhan air tanah dan daerah lepasan air tanah ditentukan melalui identifikasi data hidrogeologi dimulai dari data yang paling sederhana sampai data yang paling akurat sebagai berikut:

1. Penentuan batas daerah imbuhan air tanah dan daerah lepasan air tanah berdasarkan tekuk lereng. Tekuk lereng merupakan batas antara morfologi dataran dengan perbukitan, pada umumnya merupakan daerah kaki bukit atau kaki pegunungan. Daerah imbuhan air tanah pada umumnya terletak di atas tekuk lereng, biasanya berupa morfologi perbukitan, pegunungan, atau tubuh dan puncak gunung api.
2. Penentuan batas daerah imbuhan air tanah dan daerah lepasan air tanah berdasarkan pola aliran sungai. Daerah imbuhan air tanah pada umumnya dicirikan oleh beberapa anak sungai yang relatif pendek dan lurus. Pada umumnya daerah imbuhan air tanah ditempati oleh sungai orde ketiga dan keempat atau orde yang lebih rendah lagi.
3. Penentuan batas daerah imbuhan air tanah dan daerah lepasan air tanah berdasarkan mata air. Mata air merupakan tempat pemunculan/lepasan air tanah ke permukaan tanah. Daerah di sebelah atas atau arah hulu dari titik mata air secara umum merupakan daerah imbuhan air tanah. Adapun daerah di sebelah bawah atau pada arah hilir dari titik mata air secara umum merupakan daerah lepasan air tanah.

4. Penentuan batas daerah imbuhan air tanah dan daerah lepasan air tanah berdasarkan kedalaman muka air tanah. Di daerah imbuhan air tanah tekanan hidrolika lapisan jenuh air pada titik yang berdekatan dengan bidang muka air tanah lebih besar dari pada tekanan hidrolika pada titik yang berada dibawahnya, sehingga kedudukan muka air tanah semakin dalam seiring dengan semakin dalamnya lubang bor. Sumur yang dibuat di daerah imbuhan air tanah umumnya mempunyai muka air tanah yang dalam, apabila sumur tersebut diperdalam maka naikin dalam pula kedudukan muka air tanahnya.

Geolistrik Tahanan Jenis

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode geolistrik yang bertujuan untuk mempelajari sifat resistivitas dari suatu lapisan batuan yang berada di bawah permukaan bumi. Metode ini bekerja dengan suatu konfigurasi elektroda dengan menginjeksikan arus listrik searah (*direct current*) ke dalam bumi melalui elektroda-elektroda arus dan diukur melalui elektroda potensial. Metode geolistrik resistivitas terbagi menjadi dua macam metode pengukuran, yaitu mapping dan sounding. Mapping adalah metode geolistrik yang mempelajari resistivitas di bawah permukaan bumi secara horizontal, sedangkan sounding adalah metode geolistrik yang mempelajari resistivitas di bawah permukaan bumi secara vertikal. Pada umumnya metode geolistrik tahanan jenis sering menggunakan 4 buah elektroda yang terletak dalam satu garis lurus dan simetris terhadap titik tengah, yaitu 2 buah elektroda arus di bagian luar dan 2 buah elektroda tegangan di bagian dalam.

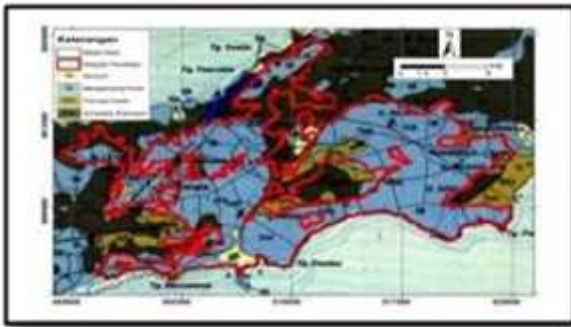


Gambar 4. Siklus Elektrik Determinasi Resistivitas

Tabel 1. Nilai Resistivitas Material

Material	Resistivitas (Ohm-Meter)
Pirit (<i>Pyrite</i>)	0.01 – 100
Kwarsa (<i>Quartz</i>)	500 – 800.00
Kalsit (<i>Calcite</i>)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Granit (<i>Granite</i>)	200 – 100.000
Andesit (<i>Andesite</i>)	$1.7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Gamping (<i>Limestone</i>)	500 – 10.000
Batu Pasir (<i>Sandstone</i>)	200 – 8.000
Pasir (<i>Sand</i>)	1 – 1.000
Lempung (<i>Clay</i>)	1 – 1.00
Air Tanah (<i>Ground Water</i>)	0.5 – 300
Air Asin (<i>Sea water</i>)	0.2
Magnetit (<i>Magnetite</i>)	0.01 – 1.000

Geologi Regional Daerah Penelitian



Gambar 5. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian

Satuan batuan pada peta geologi regional timur barat dikelompokkan berdasarkan cara terbentuknya dari yang tertua hingga yang paling muda. (Rosidi dkk, 1979).

1. Formasi Aitutu (Tra)

Bagian bawah terdiri dan selang seling tipis batulanau beraneka warna (merah, coklat, kelabu, kehijauan) dengan napal dan batugamping. Batupasir kwarsa, batupasir mikaan, rijang dan batugamping hablur merupakan sisipan tipis yang terdapat di dalamnya. Di bagian atas terdiri dari pergantian perlapisan kalsilutit putih agak kekuningan mengandung urat urat kalsit dengan serpih yang berwarna kelabu. Kalsilutit merupakan bagian yang terbesar. Singkapannya yang bagus dan luas di Timor Barat.

2. Kompleks Bobonaro (Tmb)

Secara litologi terdiri dan dua bagian pokok: (a) lempung bersisik, (b) bongkah bongkah asing yang bermacam-macam ukurannya.

Lempung bersisik mempunyai sifat seragam yaitu menunjukkan cermin sesar, lunak, berwarna aneka ragam: merah tua, kehijauan, hijau keabuan, metah kecoklatan, abu-abu kebiruan dan merah jambu. Terlihat garis-garis alur dengan perdaunan lemah, terutama apabila matrik lempung ini terdapat di sekitar batuan yang lebih kompeten, seperti halnya di sekitar bongkah asing. Kadang-kadang mengembang bila lapuk, memperlihatkan kemas jagung berondong.

3. Formasi Noele (QTn)

Berupa napal pasiran berselang seling dengan batupasir, konglomerat dan sedikit tufa dasit. Perubahan fasies kearah lateral maupun perubahan litologi kearah ventikal sangat cepat. Napal, berwarna putih keabu-abuan, pasiran, kadang-kadang lanauan, banyak mengandung globigerina dan foram pelagos lainnya. Batupasirnya litos, kadang-kadang menunjukkan perlapisan bentahap, perlapisan konvolut dan berbutir sedang sampai halus.

4. Batu Gamping Koral (Q1)

Umumnya terdiri dari batugamping koral yang berwarna putih sampai kekuning-kuningan dan kadang-kadang kemerahan serta batugamping napalan. Setempat-setempat berkembang pula batugamping terumbu dengan permukaan kasar dan berongga. Di bagian bawah biasanya menunjukkan perlapisan yang hampir datar atau terungkit sedikit (3^0 sampai 5^0), sedangkan di bagian atas perlapisan tersebut tidak terlihat. Satuan ini membentuk topografi yang agak menonjol berupa bukit memanjang dengan puncak-puncak yang hampir datar.

5. Aluvium (Qa)

Terdiri dari pasir, kerikil, lerakal yang berasal dari bermacam-macam batuan, terdapat pada dataran banjir sungai-sungai besar. Lempung pasiran dan lumpur hitam terdapat di daerah rawa-rawa dan dataran pantai. Lumpur asin yang tertinggal sesudah penggenangan air di musim penghujan diusahakan oleh penduduk setempat untuk pembuatan garam di musim kemarau.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam Penelitian ini adalah metode observasi dan metode analisis. Metode observasi meliputi pemetaan litologi permukaan, pengukuran muka air tanah pada sumur gali, sumur bor, mata air dan pengukuran

geolistrik. Metode analisis meliputi pengolahan data yang dilakukan berdasarkan data primer dan data sekunder yang dianalisis untuk mengetahui pola aliran air tanah dan daerah *Recharge* dan *Discharge*.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Topografi

Peta topografi pada daerah penelitian dibuat dari data DEMNAS berdasarkan beda ketinggian yang dikemukakan oleh VanZuidam 1983. Yang dibagi menjadi tinggi kurang dari 5 m, tinggi 5-50 m, topografi tinggi 50-75 m, topografi tinggi 75-200 m, dan topografi tinggi 200-500 m. Peta topografi daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.

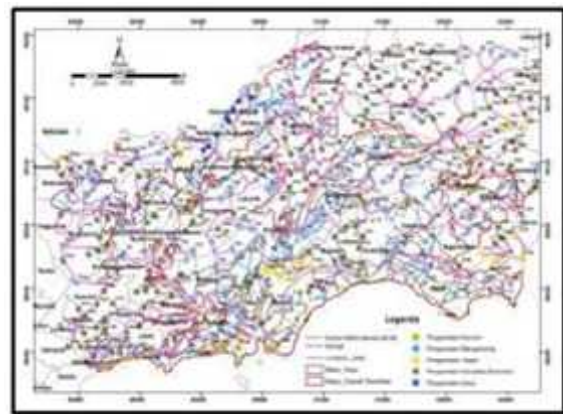


Gambar 6. Peta Topografi Daerah Penelitian

Litologi

Pengamatan dan pemetaan batas-batas litologi permukaan dilakukan bertujuan untuk

pembuatan peta geologi. Hasil pengamatan titik litologi permukaan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta Pengamatan Litologi Daerah Penelitian

- Berdasarkan hasil pengamatan lapangan batuan yang ditemukan pada daerah penelitian berasal dari bermacam-macam batuan, terdapat pada dataran banjir sungai- sungai besar. Lempung pasir dan lumpur hitam terdapat di daerah rawa-rawa dan dataran pantai. Yang dapat di sebandingkan secara regional Aluvium (Qa). Pengamatan endapan Alluvial dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Endapan Alluvium (Qa)

- Batuan lain yang diamati di lapangan adalah Batugamping Koral. Umumnya terdiri dari batugamping koral yang berwarna putih sampai kekuning-kuningan dan kadang- kadang kemerahan serta batugamping napalan. Singkapan batugamping terumbu tersebar hampir sebagian besar pada daerah penelitian, kenampakan dipermukaan berupa batuan yang menonjol secara setempat dengan permukaan kasar dan berongga, yang dapat disbandingkan secara regional Batugamping Koral (Q1). Pengamatan Batugamping Koral dapat ditampilkan pada Gambar 9.



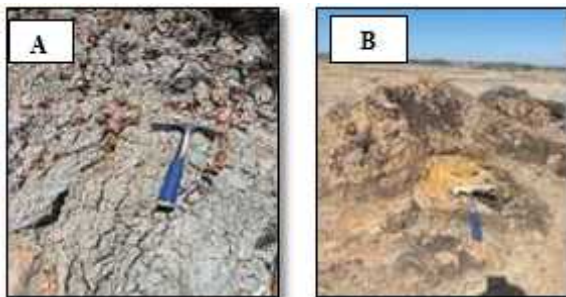
Gambar 9. Singkapan Batugamping Koral

- Dari hasil pengamatan juga ditemukan napal yang berwarna putih keabu-abuan yang berselang seling dengan batu pasir dan kadang-kadang membentuk struktur konvolut. Selain itu ada pecahan-pecahan cangkang moluska yang terdapat dalam batu pasir. Yang dapat dibandingkan secara regional dengan Formasi Noele (QTn). Pengamatan napal dapat ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Napal Putih Keabu-Abuan

- Di daerah penelitian juga ditemukan lempung di atas permukaan yang berwarna keabu-abuan dan bongkah-bongkah asing (Rijang) berwarna merah kecoklatan dengan berbagai ukuran. Lempung yang dijumpai di lapangan memiliki sifat shrinkage yang berarti akan mengembang ketika terkena air dan menyusut ketika kering. Yang dapat dibandingkan secara regional dengan Kompleks Bobonaro (Tmb). Pengamatan Kompleks Bobonaro dapat ditampilkan pada Gambar 11.



Gambar 11. (A) Lempung Bersisik (B) Bongkah Asing (Rijang)

- Terdiri dari batugamping putih-merah muda, dengan perselingan batulempung karbonatan berwarna abu-abu hitam, yang dapat dibandingkan dengan Formasi Aitutu (Tra) secara regional. Pengamatan Formasi Aitutu dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Singkapan Perselingan Batugamping dengan Batu Lempung

Pengukuran Sebaran Sumber Air

Pada daerah penelitian dilakukan pengukuran elevasi muka air tanah (ESWL), kedalaman muka air sumur (SWL) menggunakan meter rol pada sebaran sumur gali sedangkan elevasi muka air tanah (ESWL), kedalaman muka air sumur (SWL) pada sebaran sumur bor dapat data dari hasil data log litologi sumur bor. Dan dilakukan plotting titik koordinat di lapangan X dan Y menggunakan *Global positioning system* (GPS), serta pengukuran elevasi muka tanah (Z). Hasil pengukuran sumur gali, sumur bor dan mata air ditampilkan pada Tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Data Pengukuran Sumur Gali

X	Y	Z	SWL	ESWL
498142	8804537	99,62	7,07	92,55
498180	8804543	99,61	6,62	92,99
498119	8804574	99,94	5,63	94,31
498153	8804578	99,98	5,6	94,38
498197	8804635	100,62	6,06	94,56
498267	8804727	101,57	4,3	97,27
498217	8804733	102,04	5,71	96,33

Tabel 3. Data Pengukuran Sumur Bor

X	Y	Z	SWL	ESWL
505790	8808663	137,72	20	117,72
504453	8810415	114,59	31	83,59
504011	8810194	114,27	37	77,27
504808	8807867	144,12	39	105,12
504382	8807848	136,05	41	95,05
502305	8808742	125,58	32	93,58
504097	8808935	131,01	8	123,01

Tabel 4. Data Pengukuran Mata Air

X	Y	Z	Nama Mata Air
497906	8804653	102,00	Mata Air Oebafok
500455	8808629	124,00	Mata Air Saindule
503302	8809970	121,61	Mata Air Tilonisi
503554	8809148	120,71	Mata Air Lelain
511902	8819157	71,94	Mata Air Oebeuk
511774	8819152	85,11	Mata Air Oenitas
510368	8819022	34,42	Mata Air Oemasik

Pengukuran Geolistrik

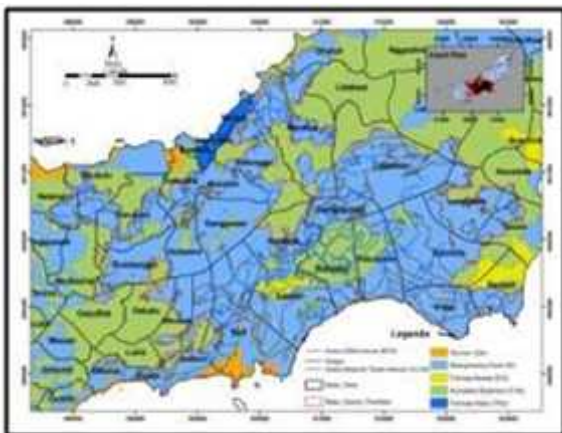
Berdasarkan pengamatan litologi permukaan di lapangan maka dilakukan penempatan titik pengukuran geolistrik. Pengukuran dilakukan pada Batugamping Koral daerah yang cenderung datar, dan dilakukan di sekitar sumur gali dan sumur bor. Daerah yang diduga sebagai daerah resapan air tanah. Hasil pengukuran geolistrik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Geolistrik

X	Y	Z	SWL	ESWL
502622	8809501	125,1486211	6,655	117,72
502487	8806431	144,3597639	7,65	83,59
508655	8804144	158,765831	10,07	77,27
507456	8810599	138,906787	27,08	105,12
501899	8804646	156,2267379	12,52	95,05
503974	8801087	77,29701769	8,849	93,58
507535	8812036	127,6059872	8,686	123,01

Geologi

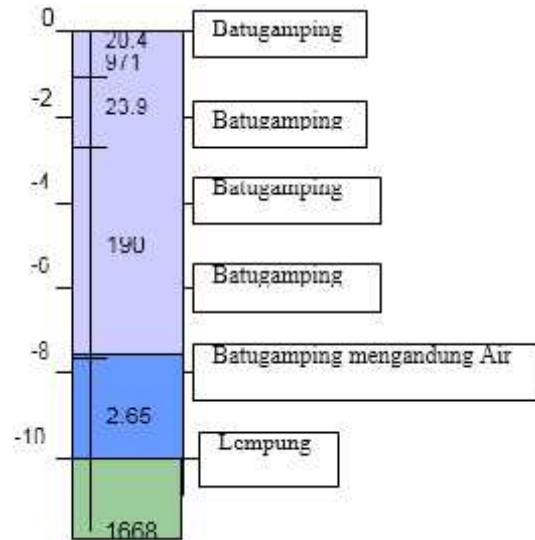
Dari hasil pengamatan litologi permukaan pada daerah penelitian terdapat batuan-batuan yang terdiri dari Aluvium (Qa), Batugamping Koral (Ql), Formasi Noele (QTn), Kompleks Bobonaro (Tmb). Yang dapat dibandingkan secara regional. Keadaan Geologi pada daerah penelitian berdasarkan hasil pengamatan dan pemetaan litologi permukaan dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Peta Geologi di Cekungan Air Tanah Batutua

Interpretasi Data Geolistrik

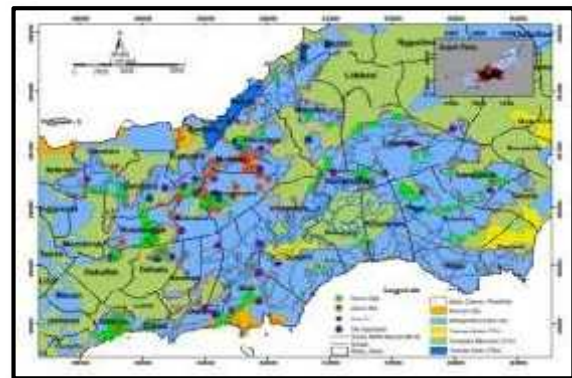
Dari hasil pengukuran geolistrik yang tersebar pada cekungan air tanah Batutua, dilanjutkan dengan interpretasi menggunakan *software* IP2WIN untuk mendapatkan nilai resistivitas, kedalaman perlapisan litologi, ketebalan lapisan dan banyaknya lapisan pada lokasi titik pengukuran.



Gambar 14. Interpretasi Jenis Litologi di Titik Geolistrik

Muka Air Tanah

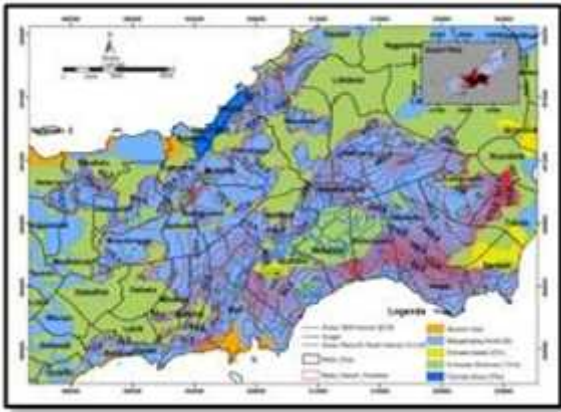
Dari hasil peta sebaran sumur gali, sumur bor, mata air dan geolistrik kemudian di *overlay* dengan peta geologi. Peta hasil *overlay* dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Peta Sebaran Sumur Gali, Sumur Bor, Mata Air dan Geolistrik

Kontur Muka Air Tanah

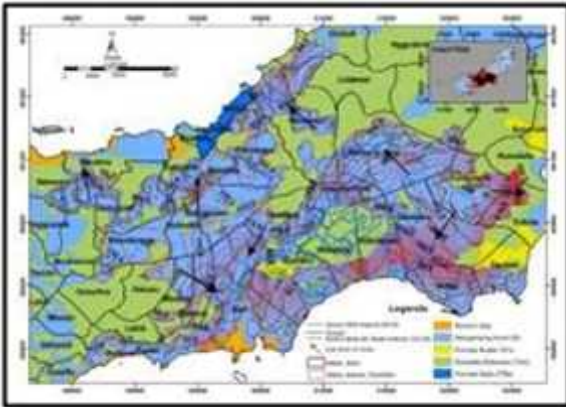
Dari data pengukuran elevasi muka air tanah dari sebaran sumur gali, sumur bor dan hasil interpretasi geolistrik selanjutnya dibuat peta kontur muka air tanah pada daerah penelitian. Peta kontur muka air tanah dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Peta Kontur Muka Air Tanah

Pola Aliran Air Tanah

Dari peta kontur muka air tanah, selanjutnya dapat dibuat arah aliran air tanah pada daerah penelitian. Peta pola aliran air tanah dapat dilihat pada Gambar 17.



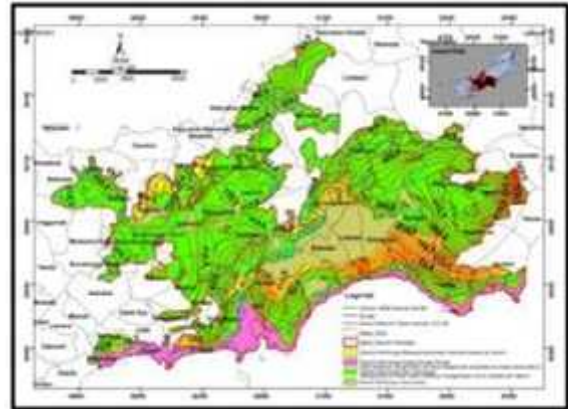
Gambar 17. Peta Aliran Air Tanah

Berdasarkan dari hasil peta pola aliran air tanah, muka air tanah yang memiliki elevasi tertinggi berada di Desa Lenguselu dengan kontur muka air tanah 350 m, mengalir menuju elevasi terendah ke arah utara Desa Maubesi yang memiliki kontur muka air tanah 25 m, dan mengalir ke arah selatan Desa Inaoe yang memiliki kontur muka air tanah 37,5 m. Dari Desa Busalannga dan Desa Helebeik dengan elevasi 137,5 m, mengalir menuju ke arah selatan elevasi terendah Desa Kuli memiliki kontur muka air tanah 12,5 m. Dari Desa Sanggaoen dengan elevasi 112,5 m mengalir menuju arah utara elevasi terendah Desa Mokdale yang memiliki kontur muka air tanah 87,5 m.

Daerah Recharge dan Discharge

Dari data sebaran sumur gali, sumur bor, mata air dan geolistrik pada Cekungan Air Tanah Batutua, penentuan daerah recharge dan discharge berdasarkan potensi air tanah dan

geologi batuan yang terdapat pada Cekungan Air Tanah Batutua, serta hal penting lainnya yang berkaitan. Berdasarkan peta muka air tanah, peta kontur muka air tanah dan peta aliran air tanah pada Cekungan Air Tanah Batutua maka dapat ditentukan daerah recharge (imbuhan) dan discharge (lepasan). Peta daerah recharge (imbuhan) dan discharge (lepasan) dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Peta Daerah Recharge dan Discharge

Daerah Recharge (Imbuhan)

- Secara umum dari penentuan pada peta daerah recharge (imbuhan) dibagi menjadi dua bagian, daerah recharge (imbuhan) berpotensi air tanah dan daerah recharge (imbuhan) tidak berpotensi air tanah. Maka daerah recharge (imbuhan) yang berpotensi air tanah yang diberi warna hijau muda dapat dilakukan pengambilan air tanah dangkal dan dalam tersebar pada Desa Batutua, Kuli Aiseli, Suelian, Inaoe, Nggelodoe, Daleholu, Lenguselu, Pilasue, Lidamanu, Maubesi, Oeleka, Oetutulu, Sanggaoen, Lekunik, Kelurahan Mokdale dan Kelurahan Busalangga.
- Daerah yang hanya berfungsi sebagai recharge (imbuhan), karena Batugamping di daerah ini tidak memiliki potensi air tanah, tersebar pada Desa Oematamboli, Kolobolon, Dodaek, dan Desa Helebeik. Pada Peta recharge dan discharge diberi warna biru muda Gambar 18.

Daerah Discharge (Lepasan)

- Secara umum dari penentuan pada peta daerah discharge (lepasan) dibagi menjadi dua bagian, daerah discharge (lepasan) dekat dengan pantai berpotensi air tanah dan daerah discharge (lepasan) impermiabel. Maka daerah discharge (lepasan) dekat dengan pantai berpotensi air tanah yang diberi warna merah muda dapat dilakukan pengambilan air tanah dangkal

tersebar pada Desa Fuafuni, Desa Kuli, Dolasi dan Desa Sakubatun.

- Daerah yang hanya berfungsi sebagai *discharge* (lepasan) merupakan daerah impermiabel yang kedap air bersifat menyerap dan tidak menyimpan air tanah, sehingga pada daerah ini direkomendasikan untuk pembangunan embung dan bendungan akan tetapi perlu dilakukan penelitian atau studi kelayakan untuk rekomendasi tersebut. Daerah *discharge* (lepasan) tersebar pada Desa Bebalain, Loleoen, Saindule dan Desa Holoama. atau dapat dilihat pada Gambar 18.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat dikehendaki beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

1. Pola aliran air tanah mengalir dari daerah Lenguselu, menuju ke daerah Lidamanu di bagian utara, ke arah selatan ke daerah Daleholu dan ke arah Barat Laut Daerah Tebole. Di daerah Busalangga dan Helebeik mengalir ke arah selatan (daerah Kuli). Di daerah Sanggaoen mengalir menuju ke arah utara daerah Oelunggu dan daerah Metina.
2. Daerah *recharge* (imbuhan) di Cekungan Air Tanah Batutua tersebar pada Desa Batutua, Kuli Aiseli, Suelain, Inaoe, Nggelodae, Daleholu, Lenguselu, Pilasue, Lidamanu, Maubesi, Oeleka, Oetutulu, Sanggaoen, Lekunik, Oematamboli, Kolobolon, Dodaek, Helebeik Kelurahan Busalangga dan Kelurahan Mokdale. Daerah *discharge* (lepasan) di Cekungan Air Tanah Batutua tersebar pada Desa Oematamboli, Kolobolon, Dodaek, dan Desa Helebeik.

Saran

1. Perlu dilakukan evaluasi batas Cekungan Air Tanah Batutua, karena ada Kompleks Bobonaro (Tmb) dalam Cekungan Air Tanah Batutua.
2. Tidak melakukan pengambilan air tanah secara berlebihan di daerah pesisir pantai

tuntut mencegah terjadinya penurunan muka air tanah yang dapat menyebabkan intruksi air laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkison, T.C 1985. Present and Future Directions in Kast Hydrogeology. *Annal. Soc. Geo. Bwlgique*, 108: 193-296.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Kabupaten Rote Ndao Dalam Angka 2022. Badan Pusat Statistik Kabupaten Rote Ndao: Ba'a.
- Barkah, M. (2021). Cekungan Air Tanah. Bahan Kuliah Hidrogeologi. Laboratorium Geologi Lingkungan dan Hidrogeologi. Fakultas Teknik Geologi. Universitas Padjadjaran. Sumedang.
- Bowles, J.E. 1986. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Jakarta: Erlangga.
- Herlambang, A., 1996. Kualitas Airtanah Dangkal di Kabupaten Bekasi, *Tesis: Insitut Pertanian Bogor*.
- Kodoatie, Robert J. 1996. Pengantar Hidrologi. Andi Yogyakarta: Yogyakarta.
- Republik Indonesia 2009. Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor: 13 Tentang Pedoman Penyusunan Rancangan Penetapan Cekungan Air Tanah. Jakarta.
- Rosidi, H. M., Rahardjo, W., Sukandarrimidi 1996. Peta Geologi Regional Lembar Kupang-Atambua, Timor. Bandung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Telford W. M., Geldart, L.P. dan Sheiff, R.E. 1990. *Applied Geophysics Edition*. Cambridge: Cambrige Unisersity.
- Tiab, D. dan Donaldson, E.C. 2004. *Petrophycis secon eddition: Theory and Practice of Measuring Reservoir Rock and Fluid Transport Properties*, Elsevier: USA.
- Tood, 1959. *Ground water Hydrologi*, Jhon Wiley dan Sons Inc. London, New York.
- Van Zuidam, et, al 1983. *Guide to Geomorphologic aerial photographic interpretation and mapping*.