

## KARAKTERISTIK DANAU ASAL VULKANIK STUDI KASUS : DANAU TOLIRE, PULAU TERNATE

**Fajar Setiawan, Hendro Wibowo, Arianto Budi Santoso,  
Sulung Nomosatryo, dan Ivana Yuniarti**

*Pusat Penelitian Limnologi – LIPI*

E-mail: fajar@limnologi.lipi.go.id

**Diterima redaksi : 12 Maret 2014, disetujui redaksi : 8 Oktober 2014**

### ABSTRAK

*Ternate merupakan sebuah pulau vulkanik di Maluku Utara, didalamnya terdapat gunung api aktif (G. Gamalama) berketinggi 1.715 m dpl. Di pulau ini terdapat tiga danau (Tolire Besar, Ngade dan Tolire Kecil) yang berdasarkan proses terbentuknya digolongkan sebagai danau vulkanik dengan type Maar. Pengukuran yang dilakukan di Danau Tolire Besar pada tahun 2011 menghasilkan informasi kondisi fisik danau dan daerah tangkapannya. Danau Tolire dikelilingi oleh tebing curam setinggi 60-80 m, tidak mempunyai outlet dan inlet hanya berupa alur air dari puncak Gunung. Luas DTA danau adalah 244,2 Ha dengan tanah ber-ordo Inceptisols dan Ultisols, dengan Iklim termasuk tipe iklim B (Basah). Kedalaman maksimum danau 43,1 m, diameter 600 m, luas badan air 26,5 Ha, kecerahan danau hanya 4 m, salinitas, DO serta profil pH dan ORP mempunyai pola yang hampir sama, yang mengindikasikan bahwa pada kedalaman antara 8 dan 9 m adalah lapisan chemocline atau oxycline. Lapisan permukaan cenderung bersifat oksidatif dan lapisan dasar reduktif. Tidak dijumpai adanya stratifikasi lapisan danau oleh perbedaan suhu, dengan suhu permukaan 30°C. Daya dukung danau terhadap biota ikan sangat rendah, karena faktor tingginya kandungan sulfida dan lingkungan yang terisolir.*

**Kata kunci :** Danau Tolire, Danau Vulkanik, Karakteristik

### ABSTRACT

**CHARACTERISTIC OF VOLCANIC LAKE, CASE STUDY : TOLIRE LAKE, TERNATE ISLAND.** *Ternate is a volcanic island in North Maluku, with Gamalama Mountain as an active volcano. The volcano has elevation of 1.715 above mean sea level. There are three lakes on Ternate island (Tolire Besar, Ngade and Tolire Kecil), which categorized as volcanic lakes of Maar types. The field survey in 2011 resulted in an information about the physical condition of Lake Tolire and the catchment area. Tolire Lake were surrounded by steep cliffs with 60-80m height, it has no outlet and the inlet is just an intermitten stream. The catchment area is about 244,2 Ha, with the inceptisol and Ultisol soil order and the climate were B type (wet). The lake's diameter is 600 m, maximum depth is 43,1 m, water bodies is 26,5 Ha. Lake's transparency is 1,4 m. The DO, pH and ORP profiles have almost the similar pattern, that indicate the chemocline or oxycline layer at the depth of 8 and 9 m. The surface layer tends to be oxidative and the bottom layer is reductive. There is no temperature stratification, the surface temperature is 30°C. The Lake's carrying capacity for fish biota is very low, due to high sulfide concentrations, and isolated environment.*

**Keywords :** Tolire Lake , Volcanic Lake, characteristic

## PENDAHULUAN

Ternate merupakan pulau vulkanik yang secara geografis terletak pada  $127.29^{\circ}$  BT –  $127.39^{\circ}$  BT dan  $0.75^{\circ}$  LU –  $0.87^{\circ}$  LU. Diameter pulau relatif kecil, hanya sekitar 11 km, dengan luas  $76 \text{ km}^2$ . Di pulau ini terdapat Gunung Api Gamalama, dengan elevasi 1.715 m dpl yang merupakan gunung api berstrato A dengan catatan letusan sejak tahun 1538 (Pratomo dkk, 2011). Disamping itu di pulau ini terdapat tiga danau, yaitu Danau Tolire Besar, Ngade dan Tolire Kecil, dalam makalah ini akan dibahas mengenai Danau Tolire Besar/'Jaha' yang selanjutnya di sebut Danau Tolire. Danau Tolire terbentuk akibat aktivitas vulkanik dengan tipe danau maar. Biasanya danau maar dikembangkan oleh letusan freatik pada akhir aktivitas volkanik. Danau maar umumnya berbentuk bulat, kadang-kadang dianggap sebagai kegiatan vulkanik akhir. Dalam kasus danau Tolire dan Tolire Kecil, ini mungkin berbeda dengan Danau maar lainnya karena Gunung Gamalama masih aktif hingga saat ini. Diameter danau maar dapat divariasikan antara ratusan meter hingga beberapa kilometer.

Terbentuknya danau Tolire tercatat sebagai peristiwa Maar 1775, tepatnya pada 5-7 September 1775, akibat erupsi *maar* pada lokasi di sekitar Desa Soela Takomi, (1,5 km disebelah barat-daya Desa Tokome, Kecamatan Ternate). Erupsi didahului oleh beberapa kali gempa besar, kemudian terjadi letusan uap (*freatik*) hingga beberapa jam sebelum fajar, disertai dengan suara gemuruh dan sinar terang hingga pagi hari tanggal 7, proses erupsi *freato-magmatik* ini menyisakan sebuah kawah besar dan menyalakan (amblesnya) desa Soela Takomi yang berada di atasnya bersama penduduknya. Kawah-kawah *maar* ini kemudian terisi air dan saat ini disebut sebagai Danau Tolire Jaha (Besar) dan Tolire Kecil (Bronto dkk. 1982).

Tercatatnya waktu pembentukan danau dalam naskah sejarah merupakan dasar fakta ilmiah yang menjadikan Danau Tolire menarik untuk dikaji, dimana pada danau-danau lain hampir tidak pernah ditemukan data ataupun dokumen yang

menyebutkan waktu terbentuknya danau. Belum adanya data karakteristik fisik, kualitas air dan perikanan menjadikan penulis tertarik untuk meneliti dan mengkaji keunikan danau ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data karakteristik limnologi dasar danau berupa hidrometri, penggunaan lahan, tanah, hidroklimatologi, kualitas air baik secara kimia, fisika dan pengamatan parameter biotik.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

- data sekunder klimatologi lengkap stasiun Baabullah
- peta RBI Skala 1:50.000 lembar Ternate terbitan Bakosurtanal
- Citra resolusi tinggi dari Google Earth yang telah direktifikasi

### Peralatan Survey :

- Echosounder, Garmin seri GPSmap 178C Sounder
- Handheld GPS
- Perahu Bercadik, mesin tempel
- Eckman Grab
- Van Dorn Water Sampler
- WQC
- Jaring & Jala Lempar
- Plankton Net

### Software :

- GPS Utility 5.11
- Arcview 3.3
- Surfer 9.0
- Spreadsheets

Survey penelitian dilakukan pada bulan juli 2011 dengan beberapa kegiatan utama berupa pemetaan batimetri danau, pemetaan observasi batas daerah tangkapan air (DTA), jenis tanah, penggunaan lahan dan tipe vegetasi, pengukuran dan pengambilan contoh air serta pengukuran parameter biologi. Contoh air diambil dengan menggunakan Botol *Van Dorn* berkapasitas 2 liter berdasarkan stratifikasi kedalaman 0, 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 9,5, 10, 20, 30, 40 m dari permukaan, dengan lokasi pengambilan contoh air di tengah danau. Pengukuran parameter fisikokimia

dilakukan *in situ* menggunakan pH YSI echosense 100, untuk mengukur pH dan ORP, YSI SCT untuk mengukur Konduktivitas dan Salinitas, dan YSI DO 60 untuk mengukur Suhu dan Oksigen terlarut. Kecerahan diukur dengan menggunakan cakram Secchi. Pengawetan contoh air yang telah diambil mengikuti Standard Method APHA AWWA (1995). Contoh air kemudian dianalisis di Laboratorium Hidrodinamika dan Pengendalian Pencemaran, Bidang Dinamika Perairan, Puslit Limnologi LIPI untuk parameter Total Nitrogen (TN), Total Fosfor (TP), Nitrat ( $\text{NO}_3$ ), Ammonia ( $\text{NH}_4^+$ ), dan Nitrit ( $\text{NO}_2$ ). Pengambilan sampel ikan dilakukan dengan pemasangan gill net dengan beberapa mata jaring berbeda.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

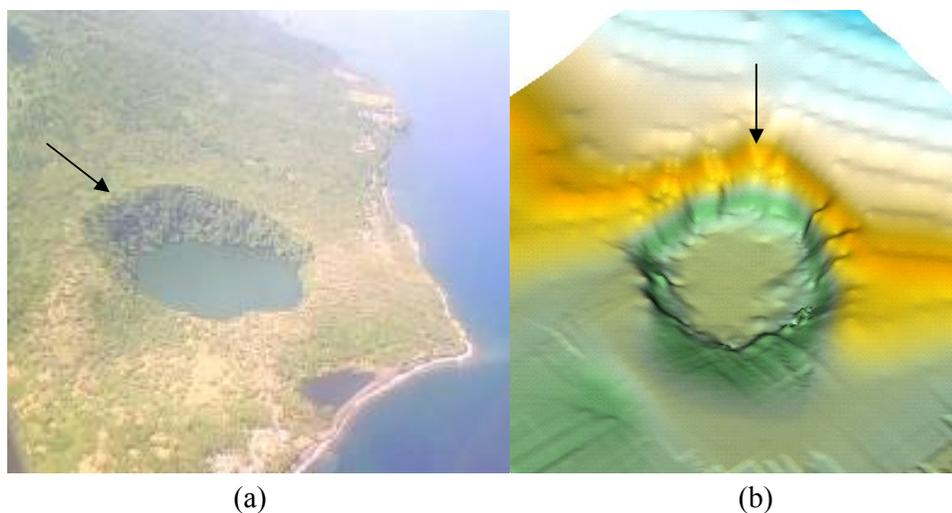
### Karakteristik Fisik DTA Danau Tolire

Danau Tolire dikelilingi oleh tebing curam setinggi 60-80 m tanpa tepian yang landai/pantai, sehingga nampak seperti

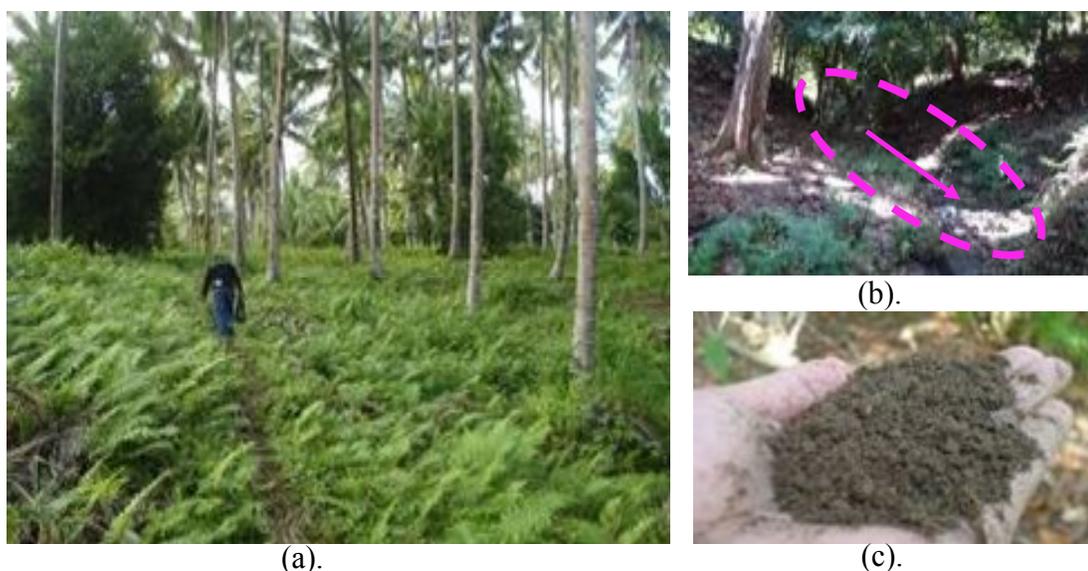
sebuah amblesan, Danau ini tidak mempunyai *outlet* sedangkan *inlet* hanya berupa alur air dari puncak gunung, dapat dilihat pada Gambar 1. Warna air danau yang hijau menunjukkan tingkat produktivitas fitoplankton, pengukuran kecerahan danau menunjukkan nilai sebesar 140 cm.

Daerah Tangkapan Air (DTA) memperlihatkan suatu daerah yang dibatasi oleh pembatas topografi berupa punggung-punggung bukit atau gunung yang menampung air hujan yang jatuh di atasnya dan kemudian mengalirkannya melalui anak sungai dan sungai ke laut atau ke danau (Anonim, 2014).

Luas Daerah Tangkapan Air (DTA) Danau Tolire 244,2 Ha, dengan dominasi penggunaan lahan berupa perkebunan Kelapa, Pala dan semak. Gambar 2. menunjukkan kondisi penggunaan lahan DTA danau Tolire (a), alur air *inlet* (b) dan tekstur remah tanah yang muda yang masih terus berkembang (c).



Gambar. 1 (a) Foto Situasi Danau Tolire Besar dan Tolire Kecil (b) View 3 dimensi daerah sekitar Danau Tolire, (hasil pengolahan peta)



Gambar 2. Penggunaan Lahan (a) alur inlet di DTA (b) tekstur tanah di sekitar Danau Tolire (c)

Berdasarkan peta Sistem dan Kesesuaian Lahan wilayah Maluku (Puslittanak, 1988), daerah Ternate terbagi menjadi dua kompleks tanah yaitu kompleks Dystropepts, Dystrandeps dan Tropudults, serta kompleks Humitropepts dan Dystropepts. Tabel 1. menunjukkan jenis tanah, bahan induk dan fisiografi.

baik serta kesuburan tanah rendah, sedangkan Ultisols yang ditemukan di daerah kajian adalah jenis tanah Tropudults yaitu Ultisols yang terbentuk dari batuan asam, berkembang pada daerah datar hingga agak curam, memiliki solum dalam, mempunyai horizon argilik, tekstur agak kasar sampai halus serta drainase baik.

Tabel 1. Jenis tanah, bahan induk dan fisiografi tanah Pulau Ternate

No	Jenis Tanah	Bahan Induk	Fisiografi
1.	Dystropepts, Dystrandeps, Tropudults	Aluvial, tuf deposit, kolvial	Moderately sloving volcanic alluvial fans
2.	Humitropepts, Dystropepts	Andesit, basalt, breccia, fine-grained tephra, coarse grained tephra	Stratovolcanoes on intermediate/basic volcanics

Secara umum, jenis tanah di daerah Ternate yang ditemukan termasuk ke dalam ordo Inceptisols dan Ultisols. Inceptisols yang ditemukan diantaranya adalah Dystropepts yaitu Inceptisols di daerah tropika, kejenuhan basa rendah kurang dari 50 persen, mempunyai rejim kelembaban isomesik atau iso yang lebih panas dan Dystrandeps yaitu tanah hitam dengan kejenuhan basa rendah (tidak subur). Tanah lainnya adalah Humitropepts yaitu Inceptisols yang umumnya berpenampang dalam, tekstur halus sampai sedang, drainase

Tabel 2. merupakan hasil analisa laboratorium contoh tanah di DTA Danau Tolire. Menurut penilaian kesuburan tanah (Lembaga Penelitian Tanah, 1980) kandungan C-organik sebesar 2,385 gr/100gr (%w/w) termasuk ke dalam kelas kesuburan tanah sedang dan N-organik tanah sebesar 0,165 gr/100gr termasuk rendah dengan nisbah CN termasuk sedang. Porositas tanah yang merupakan suatu indeks volue relatif yang termasuk besar yaitu 60,75%. Hal ini dipengaruhi oleh tekstur tanah liat berdebu yang termasuk

halus. Nilai pF merupakan nilai yang berhubungan dengan kemampuan tanah melepaskan air, nilai ini akan menentukan nilai air yang tersedia bagi tanaman. Hasil analisis nilai air tersedia di daerah kajian sekitar 13,85%. Permeabilitas tanah 5,57 cm/jam termasuk kedalam kelas sedang, permeabilitas berhubungan dengan kemampuan tanah untuk meneruskan air dan udara dalam tanah.

Danau Tolire terletak di daerah kepulauan sehingga kejadian hujan begitu intensif dari hasil penguapan air laut yang mengelilingi kepulauan ini. Data kondisi klimatologi di sekitar Danau Tolire tersaji dalam Gambar 3.

**Morfometri Danau**

Pengukuran batimetri danau dilakukan dengan menggunakan

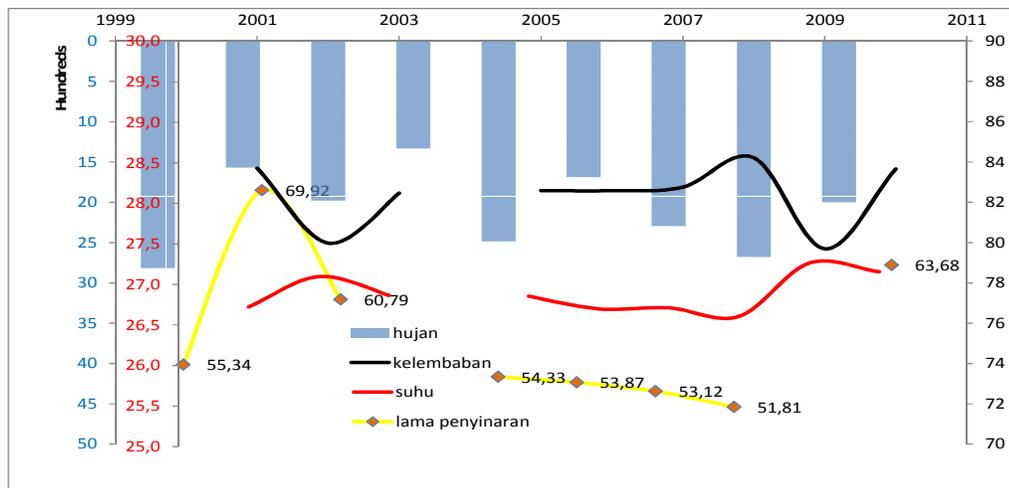
Tabel 2. Hasil analisis contoh tanah di sekitar Danau Tolire

Parameter	Hasil Analisis
Tekstur	Liat berdebu
C-organik	2,385 g/100g
N-organik %w/w	0,165 g/100g
C/N	14,45
Bahan organik	4,11 %
Kadar air (% v/w)	29,55 % v/w
Ruang pori total	60,75 %
pF 2,54 (Kapasitas lapang)	43,6 %
pF 4,2 (Titik layu permanen)	29,75 %
Air tersedia	13,85 %
Permeabilitas	5,57 cm/jam

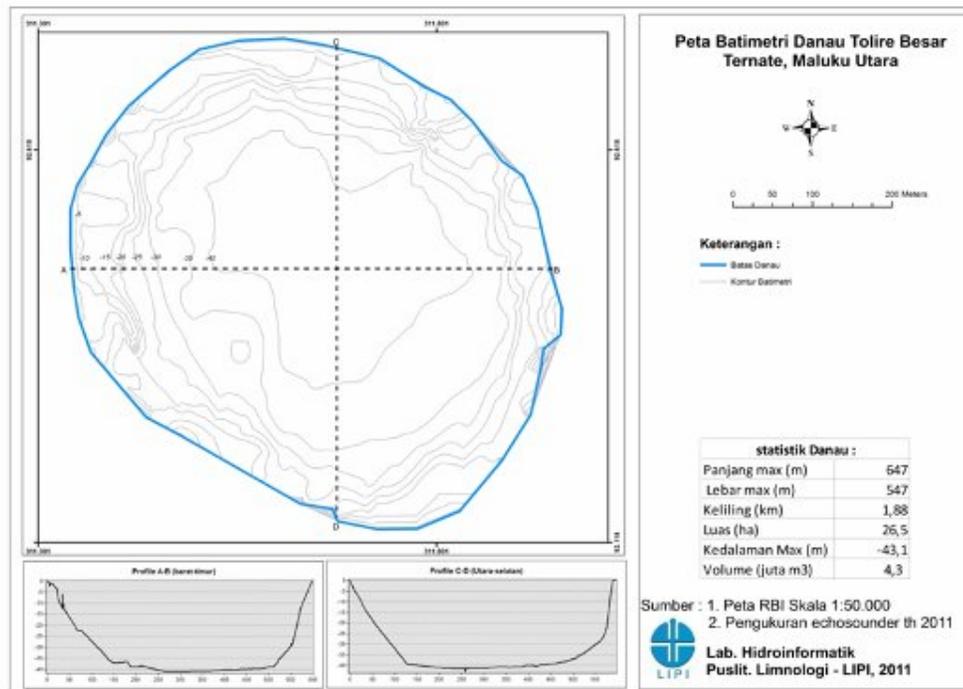
**Klimatologi**

Berdasarkan data klimatologi harian dari Badan Meteorologi, dan Geofisika stasiun Baabullah Kota Ternate dari tahun 1999 s.d 2010 diperoleh curah hujan rerata bulanan 174 mm, maksimum 256 mm dan minimum adalah 68 mm. Berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt-Fergusson daerah penelitian tergolong beriklim B (basah) dengan nilai Q=0.2125, hal ini dikarenakan

*echosounder* yang terintegrasi dengan GPS, pengukuran ini menghasilkan Peta Batimetri Danau Tolire Besar, yang ditunjukkan pada Gambar 4. Hasil analisa Gambar. 4 menunjukkan bahwa dimensi danau berupa panjang maksimum 647 m, lebar maksimum 547 m, keliling 1,88 km dan luas 26,5 Ha. Kedalaman maksimum danau 43,1 m dengan estimasi volume danau sebesar 4,3 juta m<sup>3</sup>.



Gambar 3. Grafik kondisi klimatologi di sekitar Danau Tolire



Gambar 4. Peta batimetri Danau Tolire Besar

### Neraca Air di Danau Tolire

Danau Tolire Besar tidak mempunyai *outlet* sehingga perhitungan neraca air hanya memperhitungkan besarnya curah hujan dan evapotranspirasi. Tabel 3 menggambarkan hubungan rata-rata curah hujan bulanan dan besarnya nilai evapotranspirasi dengan menggunakan model Thornthwaite (Thornthwaite, 1955).

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 5 di atas, dapat diketahui bahwa pada bulan Januari-Juni dan November-Desember, nilai curah hujan bulanan lebih besar dari nilai evapotranspirasi. Pada bulan Juli-Oktober, terjadi kebalikannya, dimana besarnya evapotranspirasi lebih besar dari curah hujan rata-ratanya, sehingga pada bulan-bulan tersebut terjadi defisit air. Berdasarkan

Tabel 3. Neraca air Danau Tolire

Bulan	CH (mm)	Etp (mm)	Storage (CH-Etp) (mm)
Jan	199.2	142.3	56.9
Feb	195.8	133.3	62.5
Mar	234.9	137.7	97.2
Apr	202.4	142.8	59.7
May	237.8	146.2	91.6
Jun	193.6	138.0	55.5
Jul	92.6	138.8	-46.2
Aug	68.0	139.5	-71.5
Sep	79.8	137.8	-58.0
Oct	105.2	156.1	-50.9
Nov	228.3	174.2	54.1
Dec	256.0	137.2	118.8

Tabel 3. di atas jika digambarkan kedalam bentuk grafik akan terlihat seperti pada Gambar 5.

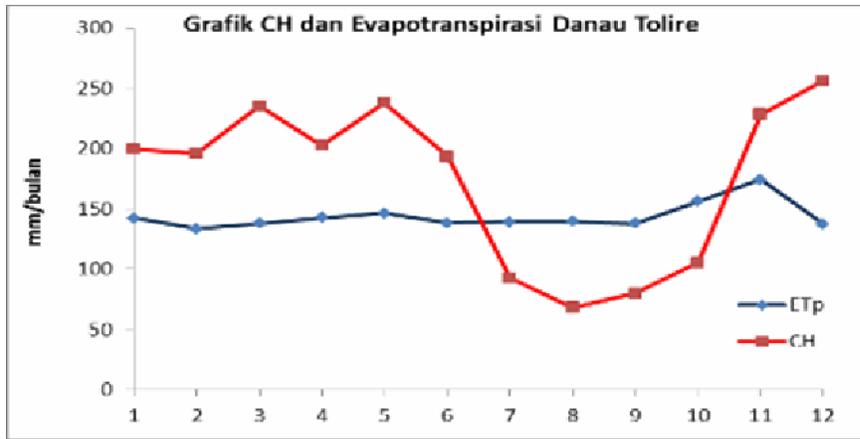
informasi ini diketahui bahwa pada bulan Juli-Oktober tinggi muka air di Danau Tolire akan mengalami penurunan, karena menurunnya besarnya curah hujan pada

bulan-bulan tersebut. Berdasarkan pengamatan lapangan diperoleh bahwa fluktuasi muka air danau juga tidak terlalu tinggi, sedangkan berdasarkan neraca air diperoleh surplus air. Hal ini dikarenakan faktor masukan air dari air bawah tanah belum diperhitungkan, sehingga dianggap selisih surplus maupun defisit air dikarenakan dari pasokan dari air dalam tanah (*ground water discharge*), karena keterbatasan data estimasi potensi air tanah yang mungkin masuk ke danau maka faktor rerata curah hujan saja yang digunakan untuk menjelaskan kondisi kuantitas air Danau Tolire.

stratifikasi suhu maka Danau Tolire cenderung mengalami pengadukan yang mungkin diakibatkan oleh aktivitas vulkanik. Profil suhu terhadap kedalaman disajikan pada Gambar 6.

**Kondisi salinitas dan konduktivitas**

Hasil pengukuran salinitas ditunjukkan pada Gambar 7. Hasil analisa Gambar. 7 menunjukkan nilai salinitas di permukaan sebesar 0,7 mS/cm, cenderung sama sampai dengan kedalaman 9 m, akan tetapi mulai dari kedalaman 20 m, salinitas mengalami kenaikan yang signifikan dari 1 mS/cm menjadi 14,1 mS/cm didasar danau.

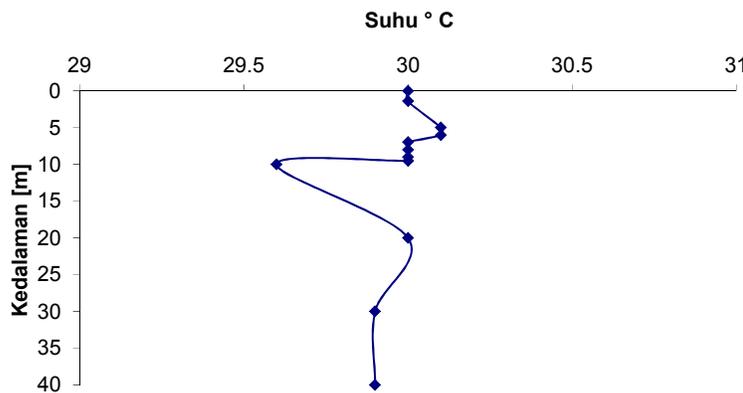


Gambar 5. Grafik CH dan evapotranspirasi Danau Tolire

**Kualitas Air Suhu**

Suhu Air di Danau Tolire berkisar antara 29,6-30,1°C ( 30°C ± 0,1), dan tidak dijumpai adanya stratifikasi lapisan danau oleh perbedaan suhu. Dengan tidak adanya

Pola parameter salinitas hampir sama dengan parameter konduktivitas yang merupakan ukuran terhadap kandungan ion-ion yang berada disuatu badan air, konduktivitas merupakan suatu pendekatan pendugaan kekayaan faktor kimia perairan.



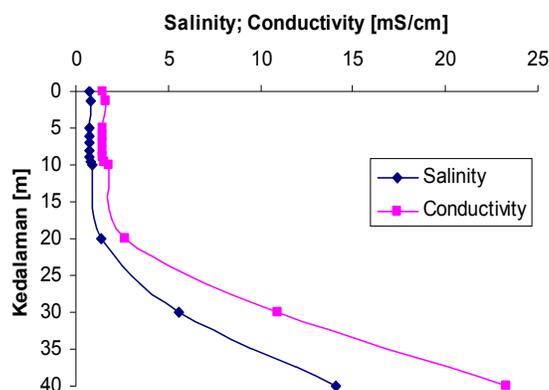
Gambar 6. Grafik profil suhu berdasarkan kedalaman Danau Tolire

Meningkatnya nilai konduktivitas kearah dasar perairan disebabkan karena berbagai proses kimiawi yang terjadi di dasar perairan, seperti proses mineralisasi yang menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan ion-ion (Varekamp, et al., 2000). Nilai Konduktivitas di Danau Tolire Besar adalah berkisar antara 1,475-23,31 mS/cm. Nilai konduktivitas ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan danau-danau tektonik seperti Danau Singkarak (Suryono. et al., 2008) dan danau Ranau (Sulastri, et al., 1999) danau-danau tropik pada umumnya seperti danau Maninjau dan Danau Matano/Towuti.

mineralisasi yang menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan ion-ion tertentu (Varekamp, et al., 2000). Pada kedalaman 9,5 m diperkirakan *kemoklin* dan *piknoklin* terjadi. Adanya *Piknoklin* ini mengakibatkan terjadinya batas akumulasi senyawaan terlarut di bagian dasar Danau Tolire.

### Profil DO

Hasil pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*) ditunjukkan pada Gambar 8. Analisa Gambar 8., diperoleh gambaran kondisi DO danau pada saat pengukuran, dimana konsentrasi DO pada siang hari di



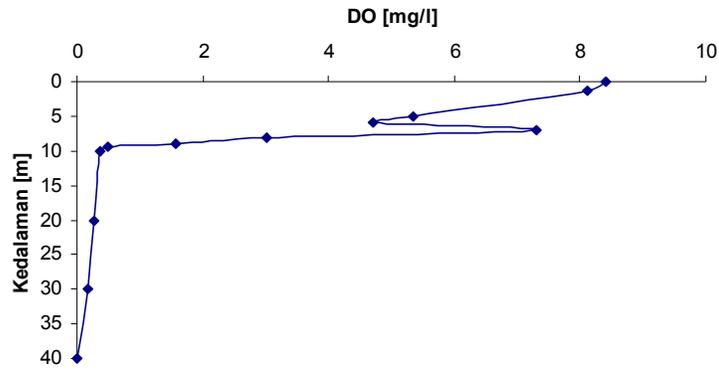
Gambar 7. Grafik profil salinitas dan konduktivitas berdasarkan kedalaman Danau Tolire Besar

Profil konduktivitas di Danau Tolire menunjukkan dua kondisi berbeda antara kedalaman 0-9 m dan 9,5m sampai dasar. Pada kedalaman 0-9 m nilai konduktivitas cenderung stabil sedangkan pada kedalaman 9,5 m sampai dasar terlihat menaik berdasarkan kedalaman. Kenaikan signifikansi ditemukan pada kedalaman setelah 20 m. Profil konduktivitas ini mirip dengan profil salinitas. Keberadaan nilai salinitas di Danau Tolire dapat jadi dikarenakan nilai konduktivitas yang tinggi sehingga akumulasi dari senyawaan terlarut seperti  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{CO}_3^{2-}$  menyebabkan Danau Tolire memiliki nilai salinitas yang tinggi.

Meningkatnya nilai konduktivitas dan Salinitas ke arah dasar perairan disebabkan karena berbagai proses kimiawi yang terjadi di dasar perairan, seperti proses

permukaan air adalah 8,40 mg/l. Konsentrasi ini terus menurun secara drastis hingga mencapai nilai 0,48 mg/l pada kedalaman 10 m, kemudian perlahan-lahan menurun sampai mencapai 0 pada dasar danau.

Penurunan oksigen pada lapisan kedalaman tertentu dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan serta kelimpahan fitoplankton sebagai penghasil oksigen dalam proses fotosintesis. Oksigen pada permukaan biasanya akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan oksigen pada bagian perairan yang lebih dalam, akibat intensitas cahaya yang besar yang diterima oleh perairan dan perkembangan fitoplankton yang tinggi pada bagian permukaan.

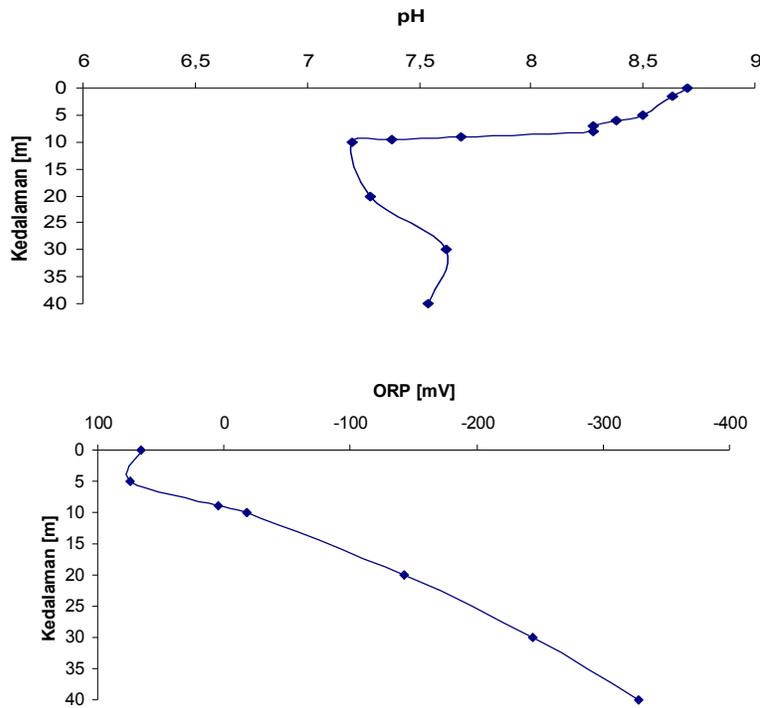


Gambar 8. Profil DO berdasarkan kedalaman Danau Tolire Besar

**pH dan ORP**

Hasil pengukuran pH dan ORP di tunjukkan pada Gambar. 9. Analisa profil pH pada Gambar 9, menunjukkan bahwa Danau Tolire Besar bukanlah danau vulkanik yang ber pH asam. Danau ini memiliki nilai pH berkisar antara 7,2-8,7. Nilai ORP menunjukkan nilai positif dari permukaan sampai kedalaman 8 m, dan mulai menjadi nilai negatif dimulai dari kedalaman 9 m sampai dasar.

Data tersebut mengindikasikan bahwa lapisan *chemocline* atau *oxycline*, yang memisahkan air permukaan dan dasar danau berdasarkan proses oksidasi dan reduksi. Lapisan permukaan danau cenderung bersifat oksidatif dan lapisan dasar bersifat reduktif. Oleh karena itu pada lapisan dasar kolom air, senyawaan yang akan terakumulasi adalah senyawaan reduktif seperti gas-gas toksin yaitu H<sub>2</sub>S, dan NH<sub>3</sub>.



Gambar 9. Profil pH dan ORP berdasarkan kedalaman Danau Tolire Besar

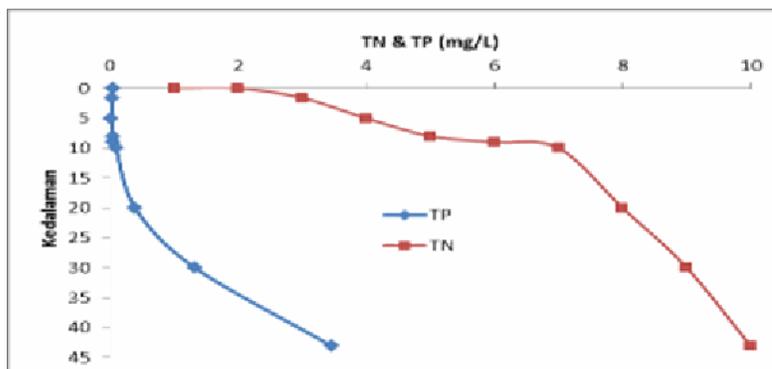
**Total Nitrogen (TN) dan Total Fosfor (TP)**

Hasil analisa laboratorium untuk parameter TN dan TP berdasarkan kedalaman disajikan dalam Gambar 10. Konsentrasi TP berkisar antara 0,026-3,47 mg/L, sedangkan konsentrasi TN berkisar antara 1,79-9,20 mg/L. Ratio TN:TP <12 ditemui pada kedalaman <10 m, sedangkan pada pada kedalaman >10 m ratio TN:TP >12.

adalah antara 0,2-10 mg/L, dapat dikatakan konsentrasi nitrat tidak membahayakan kehidupan hewan air di danau ini.

**Kondisi Biologi Klorofil-a**

Konsentrasi Klorofil-a adalah parameter yang merepresentasikan kelimpahan fitoplankton di suatu perairan danau yang akan berkaitan dengan penetrasi cahaya matahari, sebagai *suspended solids*



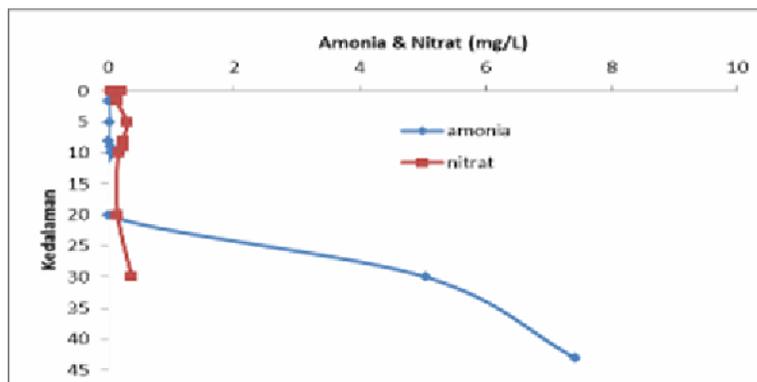
Gambar 10. Profil TN dan TP berdasarkan kedalaman Danau Tolire Besar

**Amonium (N-NH<sub>4</sub>) dan Nitrat (N-NO<sub>3</sub>)**

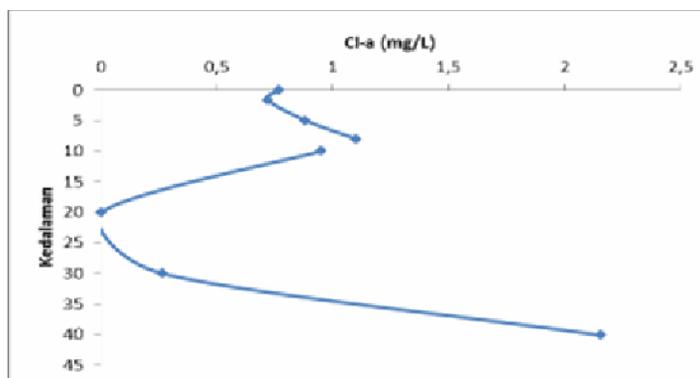
Konsentrasi Amonium dan Nitrat berdasarkan kedalaman disajikan pada Gambar 11. Konsentrasi ion amonium (N-NH<sub>4</sub>) berkisar antara 0,005–7,431 mg/L, sedangkan Nitrat berkisar antara 0,059-0,375 mg/L.

Kisaran konsentrasi amonia yang dapat ditolerir untuk kehidupan hewan air adalah antara 0,2-2 mg/L, maka pada kedalaman >20 m sudah tidak aman, sedangkan berdasarkan kisaran konsentrasi nitrat yang aman untuk kehidupan hewan air

dari material yang hidup. Konsentrasi klorofil-a sangat relevan untuk digunakan dalam penilaian status trofik suatu danau. Secara umum kandungan klorofil-a juga berkaitan dengan kecerahan danau, dari hasil pengukuran kedalaman Secchi, diperoleh nilai kecerahan di Danau Tolire besar sebesar 140 cm. Analisa sampel menunjukkan konsentrasi klorofil-a berkisar antara 0,003 – 2,158 mg/L. Profil konsentrasi klorofil-a di tunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 11. Profil amonium dan nitrat berdasarkan kedalaman Danau Tolire Besar



Gambar 12. Profil klorofil-a berdasarkan kedalaman Danau Tolire

### Biota Ikan

Pengamatan biota ikan dilakukan dengan pemasangan dua buah jaring selama 20 jam, akan tetapi tidak mendapatkan ikan. Jika dikaitkan dengan kondisi fisik danau yang terisolir, dan kondisi kualitas air hasil pengukuran dan analisa laboratorium, ketiadaan biota ikan dapat diperkirakan karena adanya gas-gas toksin seperti,  $H_2S$ ,  $NH_3$  yang berasal dari kolom air bagian dasar hasil dari proses reduksi dan aktivitas vulkanik di bagian dasar danau.

### KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Danau Tolire mempunyai kedalaman maksimum 43,1 m, diameter 600 m, luas 26,5 Ha, dengan luas DTA 244,2 Ha.
2. Iklim di sekitar Danau Tolire termasuk ke dalam tipe iklim B (Basah) dengan jenis tanah yang termasuk ke dalam ordo Inceptisols dan Ultisols.
3. Nilai konduktivitas yang relatif tinggi menunjukkan aktivitas vulkanik yang masih sangat mempengaruhi kondisi danau dan aktivitas vulkanik akan menyebabkan senyawaan gas-gas terakumulasi di bagian reduktif kolom air (setelah kedalaman 9,5 m).
4. Daya dukung danau terhadap biota ikan sangat rendah, dimungkinkan karena faktor tingginya kandungan sulfida, lingkungan yang terisolir.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dibiayai oleh DIPA Pusat Penelitian Limnologi LIPI tahun 2011. Penulis mengucapkan terimakasih kepada *reviewer* atas saran dan perbaikan dalam tulisan ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- APHA-AWWA-WEF, 2005. *Standard methods for the examination of water and wastewater.*, Washington, D.C
- Anonim, 2014, *Direktori Istilah Bidang Pekerjaan Umum*, <http://pustaka.pu.go.id/new/istilah-bidang-detail.asp?id=60>, (akses 8 Mei 2014)
- Bronto,S., RD. Hadisantono, JP Lockwood. 1982. *Peta Geologi Gunungapi Gamalama, Ternate, Maluku Utara, Skala 1:25.000*. Direktorat Vulkanologi
- Lembaga Penelitian Tanah. 1980. *Penilaian Angka Hasil Analisis Kimia Tanah*. Bagian Kesuburan. LPT Bogor.
- Linsley, R.K. Kohler, M.A., Joseph, L.H.P. 1996. *Hidrologi untuk Insinyur*. Edisi ke tiga. Erlangga. Bandung.
- Pratomo, I, C. Sulaeman dkk, 2011. *Gunung Gamalama, Ternate, Maluku Utara: Dinamika Erupsi dan Potensi Ancaman Bahayanya* dalam *Ekologi Ternate* hal 1-13, Ibnu Maryanto dan Hari Sutrisno (Editor). – Jakarta: LIPI Press, 2011.

- Puslittanak. 1988. *Peta Sistem dan Kesesuaian Lahan*. Bogor.
- Sriharto, 1993, *Analisis Hidrologi*, Gramedia, Jakarta
- Sulastri, Badjoeri.M dkk, 1999. Kondisi Fisika Kimia dan Biologi Perairan Danau Ranau Sumatera Barat, *Jurnal Limnotek*, Vol.VI No.1 Hal 25-39
- Suryono. T, Nomosatryo.S, Mulyana. E, 2008; Tingkat Kesuburan Danau-danau di Sumatra Barat dan Bali, *Jurnal Limnotek*, Vol.XV No.2 Hal 99-111
- Thornthwaite, C. W. and J. R. Mather; 1955; The Water Balance. *Publications in Climatology*, vol. 8, No. 1, Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, Centerton, New York.
- Varekamp, J.C. G.B. Pasternack, G.L. Rowe Jr. 2000. Volcanic lake systematics II. Chemical constraints. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 9. 161–179