

STATUS DANAU ANEUK LAOT PULAU WEH SABANG PASCA GEMPA BUMI ACEH

Agung Riyadi*, Agus Kuswanto**

Abstract

Peristiwa gempa bumi dan tsunami yang telah melanda sebagian besar wilayah pesisir Propinsi Nanggroe Aceh Darussalam (NAD), P Sabang dan sebagian propinsi Sumatera Utara (Sumut) pada tanggal 26 Desember 2004 menimbulkan kerusakan. Dalam satu tahun terakhir telah terjadi penurunan muka air Danau Aneuk laot secara dratis, hal ini kemungkinan besar disebabkan karena terjadi pelebaran rekahan akibat gempa dan pengambilan air oleh PDAM setempat. Dari hasil pengukuran lapangan didapatkan volume air danau berkisar $6.062.211 \text{ m}^3$. Kedalaman maksimum danau 29 meter. Sedangkan pengambilan oleh PDAM sebesar 55.9 l/det, kebocoran yang mengalir sebagai sungai melalui rekahan sebesar 80 l/det, sehingga total kehilangan air mencapai $489,2 \text{ m}^3/\text{jam}$. Tingkat influent atau keberadaan mata air semakin lama semakin berkurang, karena sumbernya tertutup oleh sedimentasi. Dari survey geolistrik didapatkan patahan yang merupakan patahan yang searah dengan patahan utama Pulau Weh yaitu berarah NW – SE. Patahan ini juga berpotensi menjadi tempat keluarnya air danau. Kualitas air masih aman, pH bersifat basa, 8 – 8,2, dissolved oxygen (DO) dipermukaan 5 mg/l sedangkan di bawah 0.9 mg/l. Tanpa memperhitungkan tingkat influent yang ada, kemungkinan danau Aneuk Laot akan bertahan sampai 517 hari lagi atau kurang dari 2 tahun lagi danau tersebut akan kering.

Event of a earthquake and tsunami which have knocked over most regions coastal area of Province of Nanggroe Aceh of Darussalam (NAD), Sabang island and some of North Sumatra provinces (Sumut) on 26 December 2004 cause of damage. In the last year have happened lowering water level at Aneuk Laot significantly, may be have been caused by enlargement of crack effect of earthquake and intake of water by PDAM. Measurement result the volume lake is about $6.062.211 \text{ m}^3$. Maximum deepness of lake 29 metre. While intake by PDAM equal to 55.9 litre/second, leakage emitting a stream of as river through equal to 80 litre/second, so that totalize water loss is about $489,2 \text{ m}^3/\text{hour}$. Mount influent or existence of spring more decrease, because the source of cover by sedimentation. The geolistrik survey got fault is unidirectional fault with main fault of Island, that is direction of NW - SE. This fault also have potency to outflow the lake water. The water quality relative good, pH about 8 - 8,2 relative alkali, dissolved oxygen (DO) on the surface about 5 mg/litre and in the bottom about 0.9 mg/litre. Without calculate water influent in the lake, approximately .the Aneuk Laot lake will hold out until 517 day again or less than 2 year again the lake will dry.

Peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan* dan Pusat Teknologi Mineral**
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

I. PENDAHULUAN

Kota Sabang yang terletak di Pulau Weh pada posisi $05^{\circ}46'28''$ - $05^{\circ}54'28''$ Lintang Utara dan $95^{\circ}22'36''$ Bujur Timur, dengan luas wilayah 153 km^2 . Wilayah administratif kota ini terdiri dari Pulau Weh, Pulau Rubiah, Pulau Klah, Pulau Seulako dan Pulau Rondo. Kotamadya Sabang terdiri atas 2 kecamatan yaitu kecamatan Sukakarya dan kecamatan Sukajaya dengan 18 kelurahan.

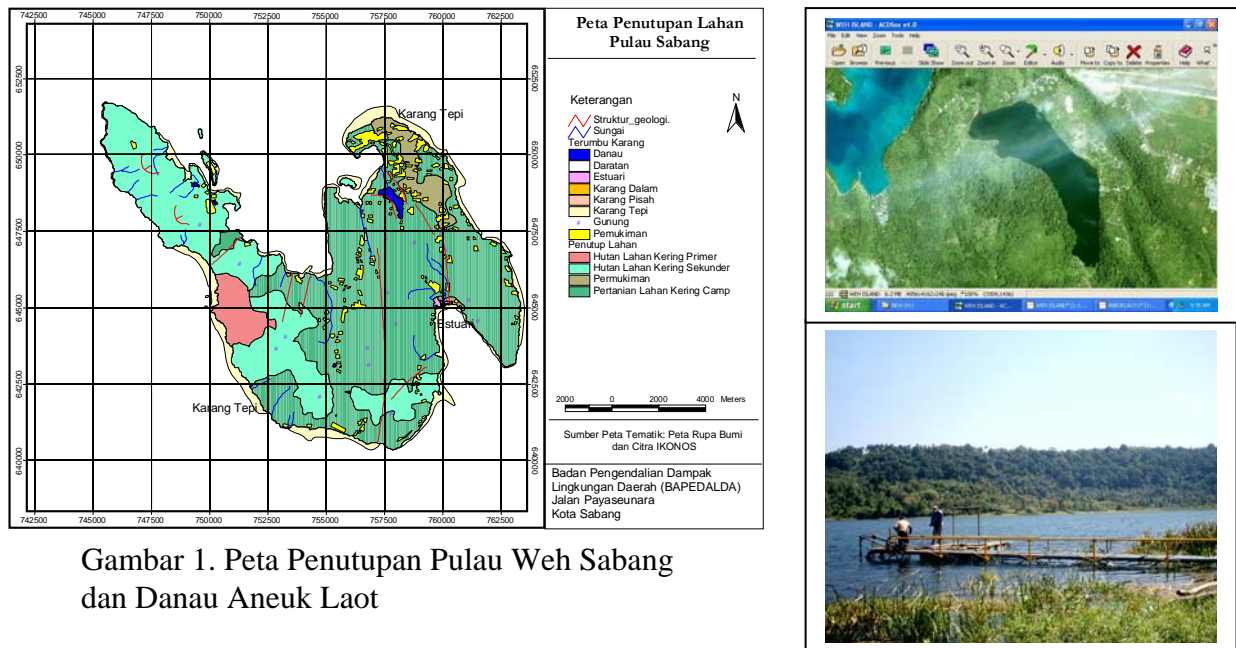
Danau Aneuk Laot berada di kecamatan Sukakarya yang berjarak 4 km dari pusat kota Sabang. Luas permukaan danau adalah 61.6 ha dengan kedalaman rata-rata 29 meter pada tahun 2000. Di belahan Barat dan Selatan danau terdapat hutan lindung, sedangkan selebihnya merupakan pemukiman, perladangan dan perkebunan. Luas daerah tangkapan hujan adalah sekitar 5.25 km^2 .⁽¹⁾

Berdasarkan pengamatan yang telah berlangsung akhir-akhir ini, disinyalir bahwa permukaan Danau Aneuk Laot di Pulau Sabang telah mengalami penurunan. Penurunan permukaan air ini tentunya akan menimbulkan permasalahan lingkungan yang amat serius bagi ekosistem danau. Danau Aneuk Laot merupakan danau yang berasal dari bekas kepundan gunung berapi yang telah mati, dan secara bertahap terisi air hujan yang terperangkap di dalamnya. Danau Aneuk Laot ini tidak memiliki *inlet* dalam bentuk aliran sungai namun memiliki *outlet* dalam bentuk rembesan dan aliran air melalui celah atau rengkahan batuan dasar danau. Dengan kata lain danau ini merupakan danau yang terisolasi. Keseimbangan awal neraca air pada danau ditentukan oleh curah hujan, penguapan air, rembesan dan bocoran air danau melalui celah batuan / patahan di dasar danau.

Beberapa pendapat mengatakan bahwa penurunan muka air danau ini diakibatkan oleh pendangkalan akibat sedimentasi pada danau dengan terjadinya erosi permukaan pada sebagian daerah tangkapan hujan (*catchment area*) sehingga menutup lubang mata air yang mengalir di dasar danau. Erosi permukaan tersebut dapat disebabkan karena beralihnya fungsi lahan dari hutan atau perkebunan tanaman keras menjadi lahan budidaya tanaman musiman. Dengan adanya perubahan sebagian penggunaan lahan di kawasan hulu, juga akan mengakibatkan tingkat penyerapan air hujan menjadi air tanah semakin berkurang, namun sedimentasi akan meningkat.

Kecenderungan semakin cepatnya penyusutan air danau juga dapat terjadi oleh karena abstraksi air danau secara langsung untuk PAM serta bertambah besarnya rekahan/rembesan air yang keluar dari danau akibat adanya gempa tektonik tahun ini. Di samping itu besar kecilnya curah hujan yang jatuh di dalam daerah tangkapan hujan juga sangat berpengaruh terhadap keberadaan air danau tersebut.

Dugaan yang kuat terjadinya penurunan permukaan air danau disebabkan oleh dampak gempa bumi yang besarnya hampir 9 skala Richter pada tanggal 26 Desember 2004 yang mungkin memperbesar terjadinya retakan lapisan batuan di dasar danau, sehingga kebocoran air danau menjadi semakin besar. Pengambilan data lapangan dilaksanakan pada bulan Juli 2005, bekerja sama dengan Bapedalda Sabang. Gambar di bawah ini memperlihatkan Pulau Weh secara keseluruhan dan lokasi keberadaan Danau Aneuk Laot.



Gambar 1. Peta Penutupan Pulau Weh Sabang dan Danau Aneuk Laot

2. PERALATAN DAN METODOLOGI

2.1. Peralatan

Untuk melaksanakan survei kedalaman, kualitas perairan dan interpretasi lipatan dan patahan danau dibutuhkan beberapa peralatan antara lain:

- Chlorotech Probe
- Geolistrik
- Fish finder
- GPS
- Secchi Disk
- Geoscanner 1803
- Elektroda (32 batang)
- Multicore Cable
- Accessories geolistrik
- Accu

2.2. Metodologi

a. Fisik-Kimia Air dan Sedimen

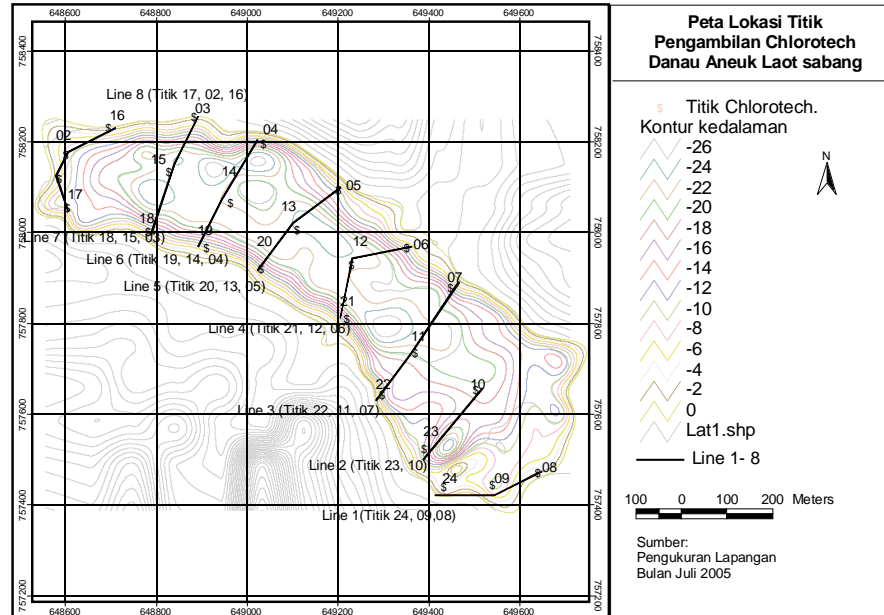
Survey fisik ini menggunakan sebuah chlorotec probe (Chlorotec, type AAQ1183, Alec Electronics). Chlorotec probe ini terdiri atas rangkaian sensor dan monitor. Rangkaian sensor tsb terdiri atas: sensor temperatur, salinitas, oksigen terlarut (DO), turbiditas, kedalaman, pH dan chlorophil a. Chlorotec ini mempunyai kemampuan merekam data mulai dari probe diturunkan sampai ditarik kembali ke permukaan dengan interval perekaman data sesuai dengan kebutuhan surveyor. Di dalam analisis kualitas perairan danau Aneuk Laot interval perekaman per detik.

Beberapa peralatan pendukung yang diperlukan dalam survei ini adalah: *accu* atau *battery* sebagai sumber energi *probe*, *aquadest* untuk membersihkan sensor, GPS untuk penentuan lokasi. Teknik pengukuran dengan cara menurunkan *probe* secara perlahan

dari permukaan air ke badan air hingga mencapai dasar perairan. Selama proses penurunan, *probe* dihentikan selama beberapa saat pada setiap pertambahan kedalaman 1 meter. Proses ini dilakukan untuk memberi kesempatan sensor bekerja maksimal dan memberi kesempatan surveyor untuk mencatat data pada *monitor probe* tersebut. Pada saat *probe* menyentuh dasar perairan, *probe* diangkat ke atas sekitar 20-50 cm untuk menghindari pengaruh dari pengadukan sedimen dasar.



Gambar 2. Chlorotech Probe

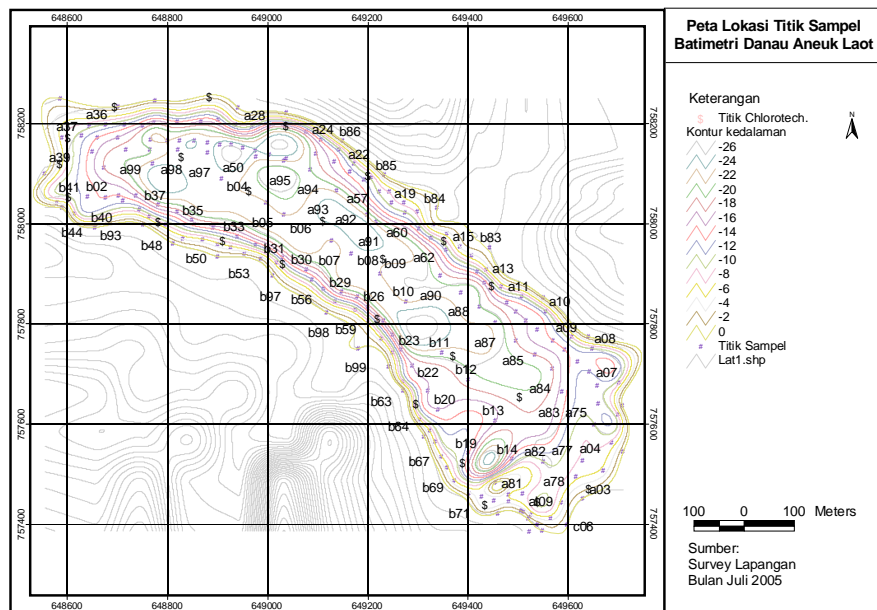


Gambar 3. Titik Pengambilan Sampel Chlorotec Probe (1a1 – 1a24)

b. Bathimetri

Untuk survey bathimetri menggunakan *fish finder* untuk melihat kedalaman dasar dibantu dengan GPS (*Global Positioning System*) dalam penentuan koordinatnya. Titik

pengambilan data batimetri mengelilingi danau kemudian dilanjutkan dengan area danau yang lain.



Gambar 4. Titik Pengambilan Batimetri Danau Aneuk Laot

c. Kimia dan Biologi

Pengukuran dan pengambilan sampel air akan dilakukan pada beberapa stasiun yang telah ditentukan posisinya dengan menggunakan GPS. Sampel air tersebut dianalisa sesuai dengan baku mutu air minum di laboratorium. Pengambilan sampel air dilakukan oleh PDAM setempat dan dianalisa di UPTD laboratorium Kesehatan Banda Aceh.

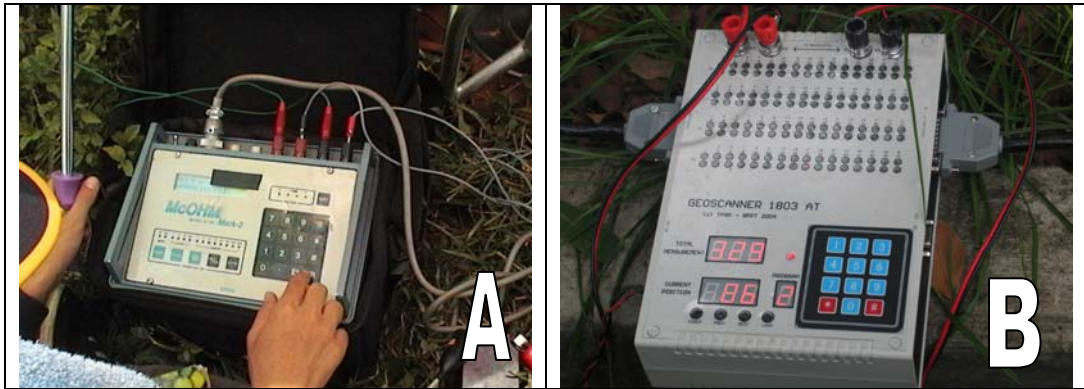
d. Terrestrial

Survei terestrial di Danau Aneuk Laot bertujuan untuk memetakan wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Danau Aneuk Laot dengan menggunakan metode pengukuran di lapangan secara langsung dan digabungkan dengan *Global Positioning System*. Survei terestrial ini diharapkan juga mendapatkan data debit air yang masuk ke danau dan air yang keluar dari danau baik melalui rekahan, sesar juga debit air yang digunakan oleh PDAM setempat.

e. Pengukuran Kondisi Lapisan Bawah Permukaan Dengan Geolistrik

Geolistrik 2D merupakan salah satu metoda dalam geofisika yang memanfaatkan perambatan gelombang listrik untuk mendeteksi kondisi bawah permukaan. Pada metoda ini, diinjeksikan arus ke bawah permukaan, kemudian di atas permukaan diukur nilai kuat arus (I) dan beda potensialnya (V). Selanjutnya dihitung dapat diketahui susunan litologi dan struktur geologi berdasarkan penyebaran nilai *resistivity* di bawah permukaan.

Keberadaan rekahan, dapat diketahui dengan survei menyeluruh yaitu pemetaan geologi, struktur geologi, studi hidrogeologi dan survei geolistrik 2D. Pada tulisan ini yang dibahas adalah survei geolistrik 2D.



Gambar 5. Alat yang dipakai untuk mengukur geolistrik yaitu Mc.Ohm merk OYO tipe 2115 A (A) dan Geoscanner 1803 AT (B)

f. Penguapan Air Danau

Besarnya penurunan atau kenaikan muka air danau diperhitungkan dengan cara menghitung selisih antara curah hujan dengan total jumlah penguapan, besarnya abstraksi air oleh PAM Sabang dan kebocoran air akibat retakan lapisan batuan dasar danau. Besarnya curah hujan bulanan, debit pengambilan air danau oleh PAM dan debit bocoran air danau diperoleh dari informasi yang diperoleh tim studi sewaktu melakukan kunjungan lapangan pada bulan Juli 2005 untuk kualitas air dan dan bulan Agustus 2005 untuk penelitian struktur geologi. Sedangkan besarnya penguapan air danau diperkirakan secara analitis dengan metoda empiris evaporasi *Penman*.

Dari data iklim kemudian dihitung Evapotranspirasi Potensial (ET_p), dengan menggunakan metode empiris Penman dari data iklim yang diambil dari stasiun yang sama. Besarnya Evapotranspirasi Potensial ditentukan dengan metode Penman (ET_p) dinyatakan dengan persamaan: $ET_p = ET_o \cdot kc$

$$ET_o = c [W \cdot R_n + ((1 - w) \cdot f(U) \cdot (e_a - e_d))]$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kondisi Klimatologis dan Hidrologis

Berdasarkan klasifikasi Schmidt-Ferguson iklim di wilayah kajian termasuk peralihan antara iklim tropis basah dan tropis kering atau termasuk tipe C. Perbedaan musim hujan dan musim kemarau tidak menyolok. Mulai bulan Pebruari sampai dengan September adalah bulan kering dengan curah hujan di bawah curah hujan rerata. Curah hujan bulanan di atas curah hujan rata-rata pada bulan Oktober sampai dengan Januari. Curah hujan rata-rata tahunan adalah sebesar 2000 mm. Temperatur rata-rata bulanan di

wilayah kajian sebesar 26,2°C. Kelembaban udara sangat tinggi, kelembaban nisbi rerata bulanan sebesar 80.7 % dengan kisaran 70 % - 87 %. (Amdal Danau Aneuk Laot, 2002)

Danau Aneuk Laot yang berlokasi di dekat Teluk Sabang juga merupakan sumber air bersih PDAM Kota Sabang. Contoh penggunaan air bersih misalnya operasional pelabuhan adalah PDAM Kota Sabang yang bersumber dari mata air dengan debit 15 liter per detik atau 54 m³ per jam. Melalui sumber air ini, PDAM Kota Sabang dapat menyediakan air bersih sebesar 27 liter/detik atau 97.2 m³ per jam. Dengan demikian total kapasitas air bersih yang dipasok PDAM Kota Sabang adalah 55.9 liter/detik. Selain kedua sumber air tersebut, masih ada sumber air yang dapat dimanfaatkan di Kota Sabang, yaitu Paya Seunara yang saat ini telah dijadikan areal persawahan. Pada tahun 2000 di lokasi Kota bawah Timur telah berhasil digali satu unit sumur bor yang debitnya 5 liter per detik.

Sehingga total air yang keluar melalui Danau Aneuk Laot sebesar 102 l/detik atau 367,2 m³/jam. Kondisi sekarang sumber air yang masuk kedalam Danau Aneuk Laot tergantung sepenuhnya kepada curah hujan dan mata air yang masuk. Kondisi mata air yang ada saat ini sudah tertutup oleh sedimentasi, sehingga sudah tidak dijumpai mata air yang muncul di tengah-tengah danau. Curah hujan yang ada juga tidak sepenuhnya mengalir ke Danau Aneuk Laot, karena tidak terdapat sistem DAS yang langsung masuk ke Danau.

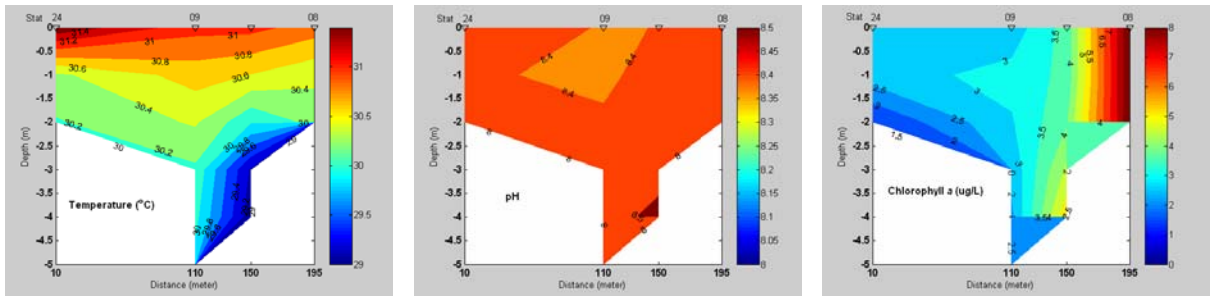
b. Kondisi Pemanfaatan Air Bersih

Pada bulan Juni 2005 pengambilan air oleh PAM sebesar 55.9 l/det. Dengan adanya gempa besar bulan Desember 2004 terjadi pelebaran rekahan/bocoran yang mengalir sebagai sungai melalui rekahan hingga mencapai 80 l/det, sehingga total kehilangan air mencapai 489,2 m³/jam. Tingkat influent atau keberadaan mata air semakin lama semakin berkurang, karena sumbernya tertutup oleh sedimentasi. Ada beberapa tempat telah terjadi eksploitasi hutan untuk perladangan, sehingga apabila terjadi hujan deras, warna danau berubah menjadi kecoklatan, tingkat sedimentasi yang berada di dalam DAS cukup tinggi.

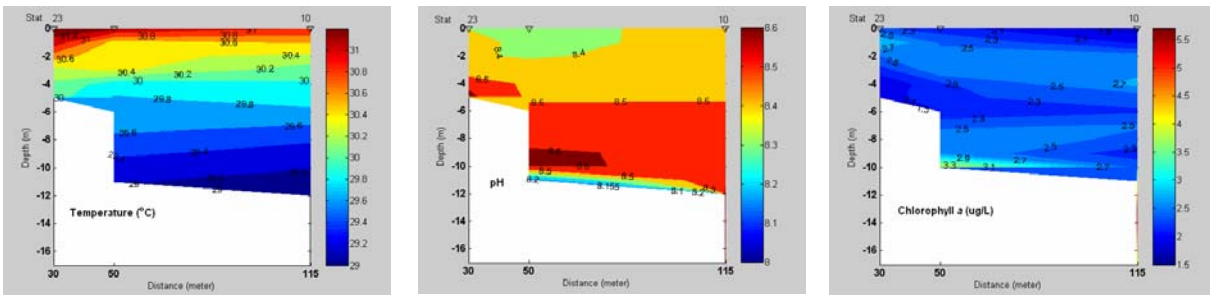
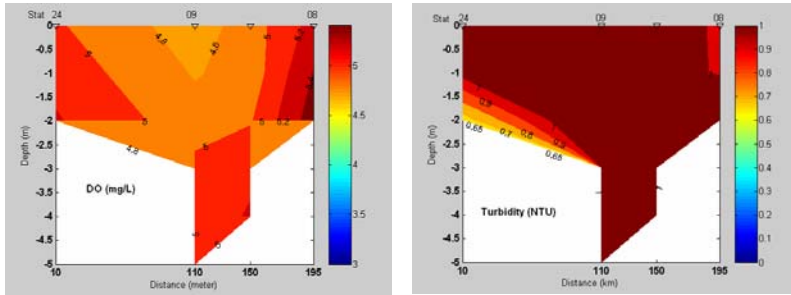
Dari data meteorologi setempat diperoleh kenyataan bahwa dalam 2 tahun terakhir curah hujan yang ada telah mengalami penurunan, hal ini secara langsung juga akan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya muka air danau.

c. Kualitas Perairan danau

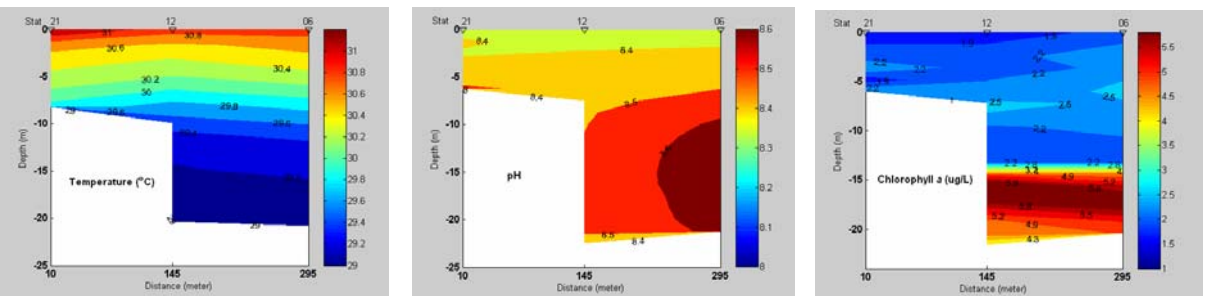
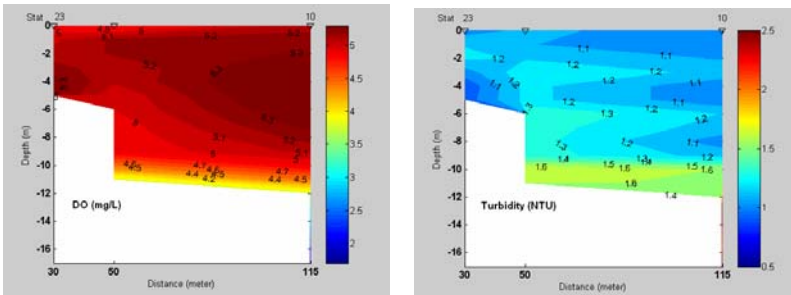
Secara keseluruhan kualitas air danau masih dapat dipergunakan untuk air minum. Untuk biota terutama pada kedalaman lebih dari 20 meter tingkat dissolved oxygen relatif kecil hingga dibawah 1 ppm. Kadar Cd dan Pb relatif tinggi tetapi masih di bawah baku mutu yang ditetapkan. Gambar di bawah ini memperlihatkan gambaran secara vertikal pola kualitas perairan danau menggunakan chlorotech probe.

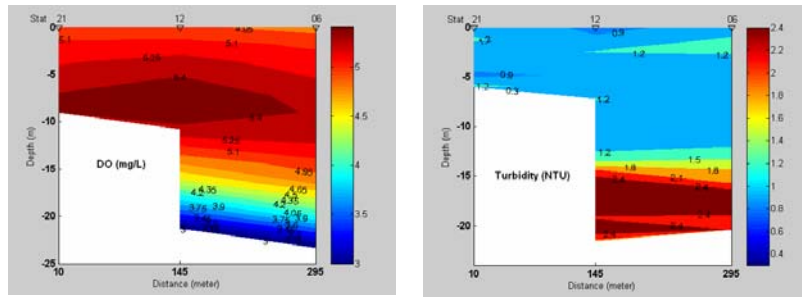


Gambar 6. Profil Vertikal Kualitas Perairan Danau Aneuk Laot Line 1 (Titik 24, 09, 08)

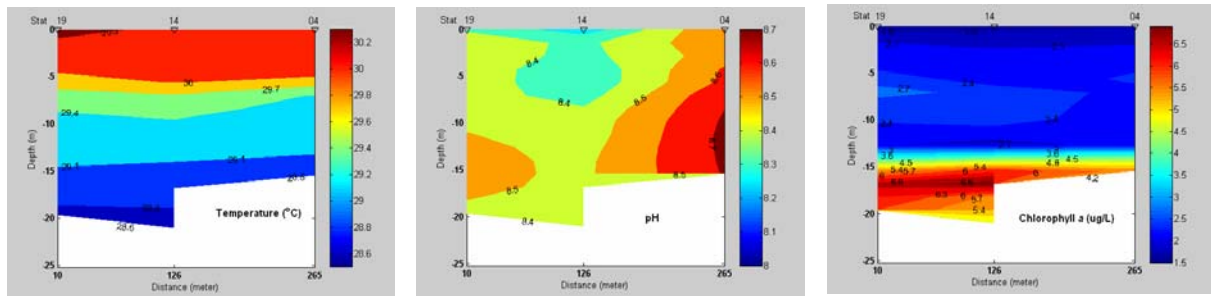


Gambar 7. Profil Vertikal Kualitas Perairan Danau Aneuk Laot Line 2 (Titik 23, 10)

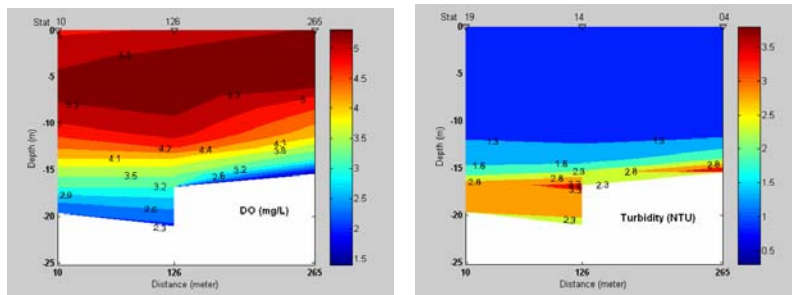




Gambar 8. Profil Vertikal Kualitas Perairan Danau Aneuk Laot Line 4 (Titik 21, 12, 06)



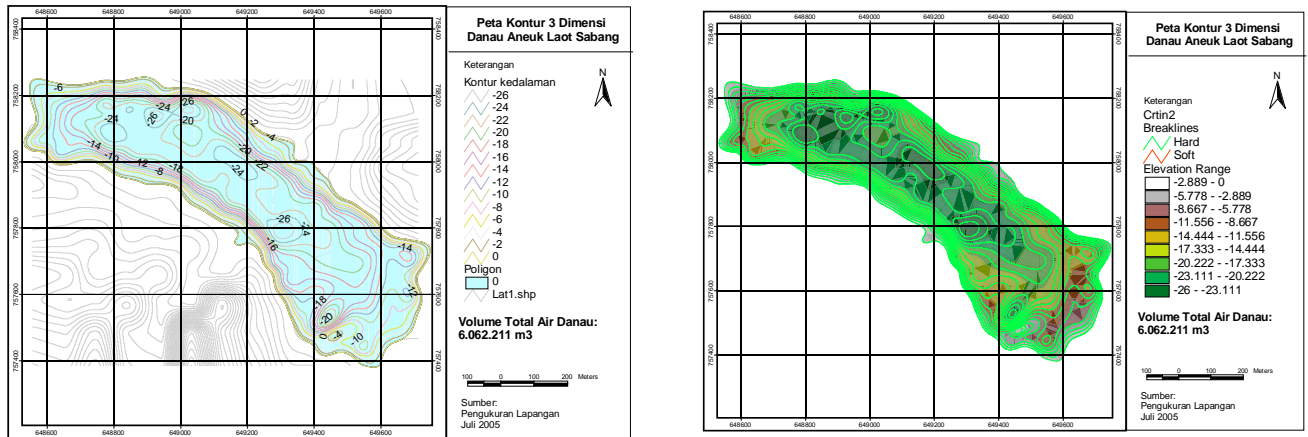
Gambar 9. Profil Vertikal Kualitas Perairan Danau Aneuk Laot Line 6 (Titik 19, 14, 04)



d. Volume Air Danau

Pengambilan data kedalaman Danau Aneuk Laot sekitar 225 titik yang tersebar merata, dari data tersebut yang sudah dilengkapi dengan posisi latitide maupun longitudenya kemudian dimasukkan ke dalam perhitungan dan pemodelan. Dari hasil pemodelan tersebut didapatkan volume total air Danau Aneuk Laot sebesar 6.062.211 m³. Nilai ini berasal dari pengukuran kedalaman danau kemudian dibuat model 3 dimensional kedalaman danau sehingga dapat dihitung volumenya.

Kedalaman maksimum mencapai 26 meter yang terletak di tengah danau (pengukuran lapangan Juni 2005). Pada bulan Oktober 2003, kedalaman maksimum danau mencapai 29 m. Pada tahun 1999 danau Aneuk Laot pernah banjir, hingga tahun 2002 tinggi muka air yang ada tetap. Sejak tahun 2003 sudah terjadi penurunan yang masih bisa ditolerir, tetapi pada akhir 2003 terjadi penurunan yang dratis, dan di awal Januari 2005 hingga mencapai 3 meter dalam waktu 3 bulan. Gambar 10 di bawah ini memperlihatkan peta kontur kedalaman danau dan volume danau.



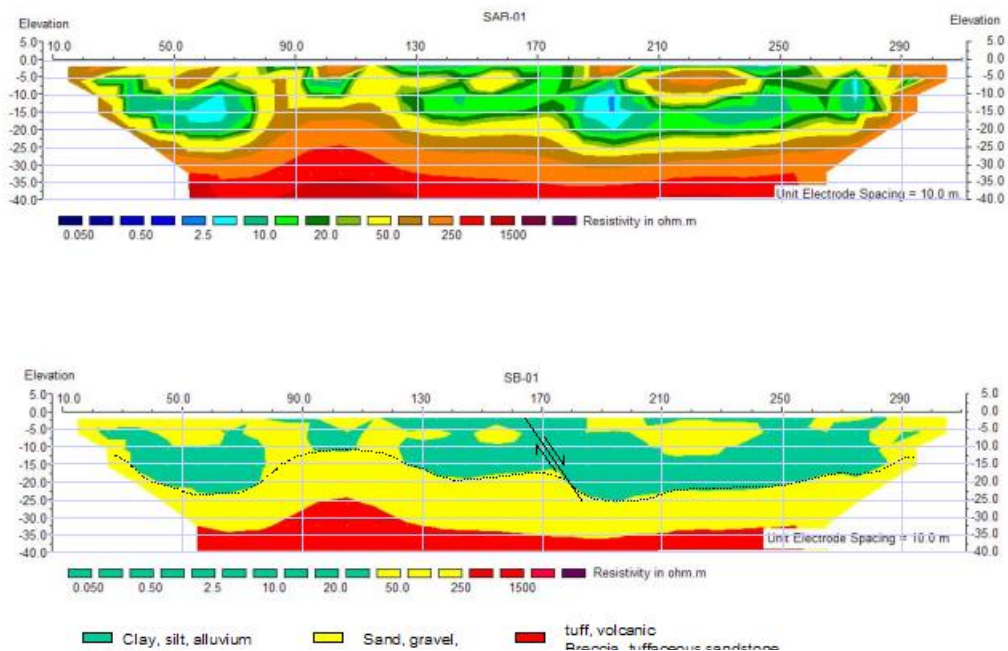
Gambar 11. Peta Kontur 3D Danau Aneuk Laot

e. Survei Geolistrik

Survei geolistrik 2D dilakukan sebanyak 2 lintasan di sekitar danau pada koordinat

- N 5.87309° ; E 95.32761° , azimuth pengukuran N 325 E
- N 5.87381° ; E 95.32543° , azimuth pengukuran N 65 E

metoda yang dipergunakan adalah *pole – dipole* dengan spasi pengukuran 10 meter dan panjang lintasan 310 meter. Dari survei ini diperoleh kedalaman 40 meter.



Gamba 13. Hasil Pengukuran Pada Titik SB-01

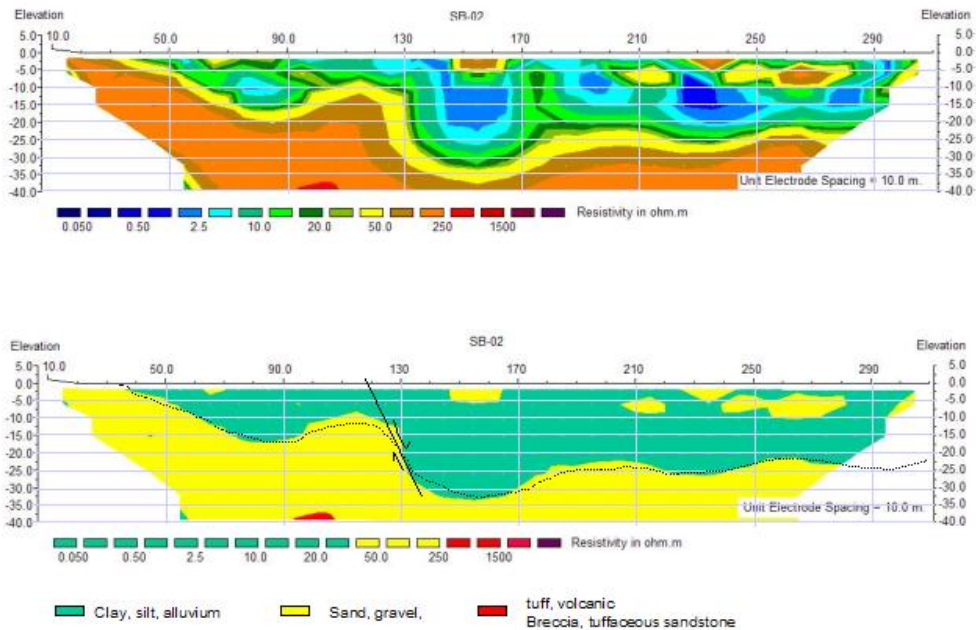
SB-01 terletak di pinggir Danau Aneuk Laot. Perhatikan Gambar 13 di atas. Gambar pertama (atas) adalah penampang hasil pengukuran geolistrik, sedangkan gambar bawahnya adalah interpretasi geologi.

Dari penampang ini diinterpretasikan, terdapat tiga macam jenis lapisan batuan yang terdapat di sekitar danau yaitu:

- *Lapisan lempung, lanau, lanau pasiran sebagai endapan aluvial*
Pada penampang, lapisan ini diberi warna hijau, dengan kisaran tahanan jenis antara 0.05 Ohm sampai 30 Ohm
- *Lapisan pasir, gravel, aglomerat*
Pada penampang lapisan ini diberi warna kuning dengan kisaran tahanan jenis 30 Ohm sampai dengan 250 Ohm.
- *Lapisan tuf, tuf pasiran, vukanik breksi*
Pada penampang diberi warna merah dengan kisaran tahanan jenis di atas 250 Ohm.

Lapisan lempung, lanau, lanau pasiran dan aluvial terletak di bagian atas dari kedalaman 0 meter hingga sekitar 20 meter, selanjutnya di bagian bawahnya lapisan tersebut hingga kedalaman sekitar 30 meter terdapat lapisan pasir, gravel dan aglomerat. Lapisan tuf, breksi vulkanik terdapat di bagian paling bawah.

Struktur patahan yang dijumpai adalah sesar turun yang terletak di bagian tengah penampang. Namun masih belum diketahui apakah patahan ini menjadi tempat mengalirnya air danau keluar.



Gambar 14. Hasil Pengukuran Geolistrik Pada Titik SB-02

Titik SB-02 terletak di pinggir jalan dekat danau atau tepatnya di depan kantor Koramil, Bapedalda sepanjang 310 meter. Hasilnya dapat dilihat pada gambar di atas. Susunan litologi masih sama dengan penampang SB-01. Patahan yang dijumpai pada penampang merupakan patahan yang searah dengan patahan utama Pulau Weh yaitu berarah NW – SE. Patahan ini merupakan patahan turun. Seperti halnya pada SB-01, patahan ini juga berpotensi menjadi tempat keluarnya air danau, hanya masih perlu data lainnya yang menunjang misalnya pengukuran geolistrik lagi pada penampang lainnya yang sejajar dengan SB-02, untuk mengetahui dimensi patahan.

4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

- a. Secara keseluruhan kualitas air Danau Aneuk Laot masih dapat dipergunakan untuk air minum.
- b. Volume total air danau Aneuk Laot sebesar $6.062.211 \text{ m}^3$
- c. Tingkat pengambilan air oleh PDAM setempat (60 liter/detik) dan kebocoran melalui rekahan hingga mencapai $489,2 \text{ m}^3/\text{jam}$ atau $11741 \text{ m}^3/\text{hari}$
- d. Tanpa memperhitungkan tingkat curah hujan dan influent (mata air) yang masuk ke dalam Danau Abeuk Laot, kemungkinan Danau Aneuk Laot akan bertahan hingga 517 hari lagi atau kurang dari 2 tahun
- e. Pasca gempa besar tanggal 26 Desember 2004, laju penurunan muka air danau naik drastis menjadi 10 mm/hari. Hal ini mengindikasikan kemungkinan adanya patahan atau sesar yang cukup signifikan akibat gempa besar di sekitar Danau Aneuk Laot.
- f. Diperlukan tindakan segera untuk mengatasi penurunan muka air danau ini, yang salah satunya dengan pengalihan intake PDAM dengan memanfaatkan limpahan air melalui rekahan yang terbuang percuma yang mencapai 80 l/detik.
- g. Langkah selanjutnya adalah mengatur atau memperbaiki hutan sebagai daerah resapan air, sehingga curah hujan yang jatuh akan mengalir sebagai mata air bukan sebagai pembawa erosi yang menyebabkan sedimentasi danau dan menutupi mata air yang ada.
- h. Langkah terakhir untuk menambah volume air danau adalah dengan memanfaatkan curah hujan buatan, karena keberadaan air danau sangat sangat vital untuk air minum kota Sabang.

Daftar Pustaka

1. Kerangka Acuan Konservasi Danau Aneuk Laot dan Pembangunan Embung Paya Seunara Kota Sabang 2002
2. Laporan Bulanan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Sabang 2004
3. Buku Petunjuk Praktikum Hidrometeorologi, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, 2002