



PEMERINTAH KOTA SABANG
DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN KEBERSIHAN
Jalan Yos Sudarso No. Sabang 23522
Telepon/Fax. (0652) 3324316



DOKUMEN KAJIAN

DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN AIR

DANAU ANEUK LAOT

KOTA SABANG

2021

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karuniaNya, sehingga penyusunan Dokumen Kajian Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Aneuk Laot dapat diselesaikan. Penyusunan Dokumen Kajian Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Aneuk Laot merupakan bagian dari kegiatan yang ada dalam Rencana Pengelolaan Danau Aneuk Laot yang telah disusun pada tahun 2019.

Penyusunan dokumen ini merupakan langkah awal dalam mengkaji pencemaran air danau yang terjadi dengan cara mengukur kemampuan air danau untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air danau menjadi cemar. Selain itu dokumen ini juga mengidentifikasi sumber-sumber beban pencemaran air dan untuk memberikan rekomendasi pengurangan beban pencemaran air yang masuk ke Danau Aneuk Laot

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Dokumen Kajian Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Aneuk Laot ini. Kami berharap semoga dokumen kajian ini dapat menjadi bahan acuan bagi pengambil kebijakan terhadap pengelolaan ekosistem Danau Aneuk Laot yang berkelanjutan.

Sabang, Oktober 2021

**Kepala Dinas Lingkungan Hidup
dan Kebersihan Kota Sabang**

**Ir. ANAS FAHRUDDIN
Pembina Utama Muda
NIP. 19650523 199301 1 005**

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan manfaat	2
1.3 Peraturan Perundangan.....	2
1.4 Pengertian dan Definisi	5
II METODOLOGI	7
2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	7
2.2 Metode Pengambilan Sampel Morfometri	8
2.3 Metode Pengambilan Sampel Air	12
2.4 Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau	13
2.4.1 Faktor-Faktor yang mempengaruhi Daya Tampung Beban Pencemaran Air	13
2.4.2 Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran	16
III GAMBARAN UMUM DANAU ANEUK LAOT.....	19
3.1 Tipologi Danau	19
3.2 Kondisi Geografis.....	19
3.3 Letak Geografis	21
3.4 Sempadan Danau	22
3.5 Daerah Tangkapan Air Danau	23
3.6 Klimatologi dan Curah Hujan.....	24
3.7 Hidrologi dan DAS	26
3.8 Morfometri Perairan Danau.....	28
3.9 Sosial Ekonomi dan Budaya Masyarakat.....	30
3.9.1 Kependudukan	30
3.9.2 Kesehatan	30
3.9.3 Pendidikan	31
3.9.4 Pertanian.....	31
3.9.5 Peternakan	32
3.9.6 Perikanan	33
3.9.7 Kelembagaan Masyarakat.....	35
IV PERMASALAHAN DANAU	36
4.1 Permasalahan Lingkungan Danau.....	36
4.1.1 Alih Fungsi Penggunaan Lahan di Daerah Tangkapan Air	36
4.1.2 Perambahan Hutan	37
4.1.3 Erosi	38
4.1.4 Peningkatan Luas Lahan Kritis.....	40
4.1.5 Kerusakan Sempadan	42
4.1.6 Okupasi Lahan Surutan Sempadan	44
4.1.7 Penurunan Kualitas Air	44
4.1.8 Status Trofik Danau Aneuk Laot.....	48
4.1.9 Perubahan Luas Muka Air Danau Aneuk Laot.....	49

4.2 Permasalahan Kelembagaan dan Sosial Ekonomi	51
V DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN DAN PROGRAM PENGENDALIAN BEBAN PENCEMARAN AIR DANAU ANEUK LAOT	52
5.1 Karakteristik Morfometri dan Hidrologi Danau Aneuk Laot	52
5.2 Daya Tampung Beban Pencemaran Air	54
5.3 Potensi Beban Pencemaran Daerah Tangkapan Air.....	55
5.3.1 Potensi Beban Pencemaran dari Limbah Cair Domestik	57
5.3.2 Potensi Beban Pencemaran dari Peternakan	57
5.3.3 Potensi Beban Pencemaran dari NPS Penggunaan Lahan dan Sampah.....	58
5.3.4 Total Beban Pencemaran Air	58
5.4 Program Pengendalian Pencemaran Air	59
VI KESIMPULAN DAN SARAN	63
6.1 Kesimpulan	63
6.2 Saran	63
Daftar Pustaka	65
Lampiran.....	67
1. Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran Air.....	67
2. Perhitungan potensi beban pencemaran dari sumber rumah tangga	68
3. Potensi Beban Pencemaran dari Peternakan.....	69
4. Potensi Pencemaran dari Non Point Source (NPS).....	69
5. Potensi Beban Pencemaran yang berasal dari Sampah	70
7. Dokumentasi Pelaksanaan Pengukuran Kualitas Air dan Batimetri DAL....	72
8. Notulensi Diskusi Publik	73
9. Dokumentasi Diskusi Publik.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Stasiun Pengambilan Sampel Air DAL	8
Gambar 2 Rencana jalur pengukuran batimetri Danau Aneuk Laot.....	9
Gambar 3 Pemasangan tranduser GPS Garmin Echo sounder	10
Gambar 4 Display user interface GPSmap Garmin Echo sounder.....	10
Gambar 5 Referensi yang digunakan sebagai elevasi BM-01	12
Gambar 6 Kenampakan Danau Aneuk Laot dan sekitarnya Pada Citra SPOT 7	20
Gambar 7 Wilayah Administrasi Danau Aneuk Laot dan sekitarnya	22
Gambar 8 Peta Daerah Tangkapan Air (DTA) Danau Aneuk Laot	23
Gambar 9 Grafik Curah Hujan Kota Sabang 2016 – 2020	25
Gambar 10 Peta Curah Hujan Kota Sabang	26
Gambar 11 Peta Hidrologi dan Batas DAS Danau Aneuk Laot	27
Gambar 12 Parameter morfometri Danau Aneuk Laot.....	28
Gambar 13 Peta Batimetri Danau Aneuk Laot.....	29
Gambar 14 Lahan Pertanian di Sempadan DAL	31
Gambar 15 Hewan Ternak di Sempadan DAL	32
Gambar 16 Perahu nelayan tradisional di DAL	34
Gambar 17 Perubahan Penggunaan Lahan di DTA DAL Tahun 2012 – 2021.....	38
Gambar 18 Peta Potensi Bahaya Erosi DTA Danau Aneuk laot dan Sekitarnya.....	39
Gambar 19 Sebaran Lahan Kritis di Daerah Tangkapan Air Danau Aneuk Laot	41
Gambar 20 Grafik Persentase Penggunaan Lahan di Kawasan Sempadan DAL	43
Gambar 21 Perubahan luas permukaan Danau Aneuk Laot (2001-2021)	49
Gambar 22 Perubahan Muka Air DAL dari Tahun 2000 – 2021 berdasarkan Pengamatan Citra Satelit	50
Gambar 23 Elevasi muka air Danau Aneuk Laot selama pengukuran batimetri 2021	51
Gambar 24 Potensi Sumber Beban Pencemaran DTA DAL.....	59
Gambar 25 Tim Sampling Kualitas Air	72
Gambar 26 Tim Sampling Morfometri dan Hidrologi	72
Gambar 27 Peserta Diskusi Publik	77
Gambar 28 Narasumber dan Panitia Diskusi Publik.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kriteria Status Trofik Danau	5
Tabel 2 Data titik koordinat stasiun pengambilan sampel.....	7
Tabel 3 Koordinat Geografis Titik Patok BM.01	11
Tabel 4 Kriteria Mutu Air Danau berdasarkan Kelas	14
Tabel 5 Curah Hujan dan Jumlah Hari Hujan Kota Sabang Tahun 2016 – 2020	24
Tabel 6 Data Komoditas dan Luas Pertanian Sempadan DAL tahun 2021.....	32
Tabel 7 Jenis dan Jumlah Ternak di Gampong Aneuk Laot.....	33
Tabel 8 Kegiatan Perikanan di Danau Aneuk Laot	33
Tabel 9 Produksi Penangkapan Ikan di Danau Aneuk Laot	34
Tabel 10 Alih Fungsi Penggunaan Lahan di DTA Danau Aneuk Laot 2012 - 2021.....	36
Tabel 11 Laju Erosi pada Daerah Tangkapan Air Danau Aneuk Laot.....	39
Tabel 12 Tingkat Kekritisan Lahan pada Daerah Tangkapan Air Danau Aneuk Laot	41
Tabel 13 Penggunaan Lahan di Kawasan Sempadan Danau Aneuk Laot.....	42
Tabel 14 Hasil analisis indeks STORET Danau Aneuk Laot.....	45
Tabel 15 Status Mutu Air Kelas I Danau Aneuk Laot berdasarkan Indeks Storet	45
Tabel 16 Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Aneuk Laot	52
Tabel 17 Potensi Beban Pencemaran Domestik pada DTA Danau Aneuk Laot	57
Tabel 18 Potensi Beban Pencemaran Ternak pada DTA Danau Aneuk Laot.....	57
Tabel 19 Potensi Beban Pencemaran dari NPS dan Penggunaan Lahan	58
Tabel 20 Potensi Beban Pencemaran dari Sampah yang tidak tertangani.....	58
Tabel 21 Total Potensi Beban Pencemaran Air	58
Tabel 22 Program dan Kegiatan Pengendalian Pencemaran Air	60
Tabel 23 Konversi Beban Limbah dari Peternakan	69

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyusunan dokumen kajian daya tampung beban pencemaran air Danau Aneuk Laot (DAL) merupakan tindak lanjut dari program dan kegiatan yang ada dalam dokumen Rencana Pengelolaan DAL (RP DAL) yang disusun pada tahun 2019. Penyusunan dokumen ini merupakan langkah awal dalam mengkaji pencemaran air danau yang terjadi dengan cara mengukur penurunan kualitas air yang disebabkan oleh sumber pencemaran yang ada di sekitar DAL (misalnya, dari limbah domestik, limbah pertanian, dan limbah peternakan) dan sedimentasi. Perhitungan daya tampung ini diharapkan dapat menjadi acuan pemanfaatan perairan DAL yang berkelanjutan.

Menurut dokumen RP DAL, DAL adalah kawasan yang memiliki nilai strategis, historis serta fungsi sosial, ekonomis, dan ekologis yang berperan penting dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat Kota Sabang. Danau Aneuk Laot merupakan sumber air bersih utama, kawasan pariwisata, perikanan, dan pertanian bagi masyarakat Kota Sabang. Saat ini kondisi fisik dan ekologis Danau Aneuk Laot telah mengalami degradasi yang ditandai dengan kerusakan daerah tangkapan air, penurunan kualitas air, serta penurunan muka air danau, sehingga perlu dilakukan upaya penanganan secara komprehensif, terpadu dan berkelanjutan untuk pengelolaan dan pelestarian Danau.

Oleh karena itu, kajian daya tampung beban pencemaran air sangat penting untuk menentukan batas kemampuan sumber daya air untuk menerima masukan beban pencemaran yang tidak melebihi batas syarat kualitas air untuk berbagai peruntukannya. Kajian DTBPA danau ini juga digunakan untuk melihat kemampuan perairan danau menampung beban pencemaran air sehingga memenuhi baku mutu air dan status trofik.

Dalam kajian ini, baku mutu air danau yang diukur terdiri dari parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi. Sedangkan persyaratan status trofik danau meliputi parameter kecerahan air, Nitrogen, Fosfor, serta Klorofil-a. Kadar P total merupakan faktor penentuan status trofik. Pengukuran morfometri bertujuan untuk melihat kondisi fisik perairan danau baik secara vertikal (dimensi bawah permukaan) maupun horizontal (dimensi permukaan). Perhitungan status mutu air dan status trofik bertujuan untuk melihat kualitas air DAL. Daya tampung beban pencemaran air DAL tentukan berdasarkan hasil perhitungan morfometri dan status kualitas air yang telah ditentukan sebelumnya.

Kegiatan penyusunan dokumen daya tampung beban pencemaran air DAL ini dilaksanakan oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kota Sabang melalui Program

Pengendalian Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan Hidup dengan Kegiatan Penanggulangan Pencemaran/dan atau Kerusakan Lingkungan Hidup Kabupaten/Kota tahun 2021. Pengukuran batimetri dan analisis hidrologis danau bekerja sama dengan Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala, sedangkan untuk pengukuran status trofik dan daya tampung beban pencemaran air danau bekerja sama dengan Pusat Riset Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Syiah Kuala.

1.2 Tujuan dan manfaat

Tujuan penyusunan dokumen kajian daya tampung beban pencemaran air DAL adalah untuk menetapkan daya tampung beban pencemaran air DAL. Penentuan daya tampung beban pencemaran air DAL akan digunakan sebagai dasar dalam pengelolaan DAL agar sesuai dengan daya tampungnya. Dokumen ini juga bertujuan untuk memberikan arahan untuk penyusunan strategi, program dan rencana aksi Pengendalian Pencemaran Air bagi pemerintah Kota Sabang.

Manfaat penyusunan dokumen kajian daya tampung beban pencemaran air DAL adalah sebagai bahan pertimbangan bagi pihak-pihak terkait dalam pengelolaan DAL yang berkelanjutan dan pemberian izin kegiatan pemanfaatan danau agar kualitas air danau tetap terjaga.

1.3 Peraturan Perundangan

Adapun peraturan perundangan terkait dengan penentuan daya tampung beban pencemaran air danau antara lain:

1. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-pokok Agraria (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1960 Nomor 104, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 2013);
2. Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1965 tentang Pembentukan Kotapraja Sabang dengan Mengubah Undang-Undang Nomor 7 Drt Tahun 1965 tentang Pembentukan Daerah Otonom Kabupaten di Provinsi Sumatera Utara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1965 Nomor 53, Tambahan Lembaran Republik Indonesia Nomor 2758);
3. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1974 Nomor 65, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3046);
4. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1990 Nomor 49, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3419);

5. Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 167, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3888);
6. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2006 tentang Pemerintahan Aceh (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 62, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4633);
7. Undang-Undang Nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4725);
8. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5059);
9. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 244, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5587), sebagaimana telah diubah beberapa kali, terakhir dengan Undang-Undang Nomor 9 Tahun 2015 tentang Perubahan Kedua Atas Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 58, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5679);
10. Undang-Undang Nomor 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 229, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5608);
11. Undang-Undang Nomor 17 tahun 2019 tentang Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia tahun 2019 Nomor 190, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6405);
12. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2020 Nomor 245, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6573);
13. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan antara Pemerintah, Pemerintah Daerah Provinsi dan Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
14. Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 62, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5292);

15. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021, Tambahan Lembaran Negara Republik Nomor 6634);
16. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk;
17. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06/PRT/M/2011 tentang Pedoman Penggunaan Sumber Daya Air;
18. Qanun Aceh Nomor 2 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Daerah Aceh Tahun 2011 Nomor 07, Tambahan Lembaran Daerah Aceh Nomor 35);
19. Qanun Aceh Nomor 7 Tahun 2016 tentang Kehutanan Aceh (Lembaran Aceh Tahun 2016 Nomor 10, Tambahan Lembaran Aceh Nomor 82);
20. Peraturan Daerah Kotamadya Daerah Tingkat II Sabang Nomor 5 Tahun 1997 Tentang Perlindungan dan Pelestarian Kawasan Danau Aneuk Laot Sabang (Lembaran Daerah Kotamadya Daerah Tingkat II Sabang Nomor 3 Tahun 1998);
21. Qanun Kota Sabang Nomor 6 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Sabang Tahun 2012 – 2032 (Lembaran Daerah Kota Sabang Tahun 2012 Nomor 6, Tambahan Lembaran Daerah Kota Sabang Nomor 17);
22. Qanun Kota Sabang Nomor 4 Tahun 2015 tentang Perlindungan dan Pelestarian Wilayah Peraliran Kota Sabang
23. Qanun Kota Sabang Nomor 2 Tahun 2016 tentang Pembentukan dan Susunan Perangkat Daerah Kota Sabang (Lembaran Daerah Kota Sabang Tahun 2016 Nomor 2, Tambahan Lembaran Daerah Kota Sabang Nomor 28);
24. Qanun Kota Sabang Nomor 2 Tahun 2018 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Kota Sabang tahun 2017-2022.

1.4 Pengertian dan Definisi

Sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 28 tahun 2009 tentang daya tampung beban pencemaran air danau dan/atau waduk, maka istilah dan definisi yang ada di dokumen ini berpedoman pada peraturan tersebut.

Danau adalah wadah air dan ekosistemnya yang terbentuk secara alamiah termasuk situ, dan wadah air sejenis dengan sebutan istilah lokal.

Daya tampung beban pencemaran air (DTBPA) danau adalah kemampuan air danau untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air danau menjadi cemar.

Beban pencemaran adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air atau limbah.

Baku Mutu Air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air.

Status Mutu Air adalah tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air atau kelas air yang ditetapkan.

Status trofik adalah status kualitas air danau berdasarkan kadar unsur hara dan kandungan biomassa fitoplankton atau produktivitasnya. Penjelasan tentang status trofik danau dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1 Kriteria Status Trofik Danau

Status Trofik	Kadar Ratarata Total-N (μ /l)	Kadar Ratarata Total-P (μ /l)	Kadar Ratarata Klorofil - a (μ /l)	Kecerahan Ratarata (m)	Penjelasan
Oligotrof	≤ 650	< 10	< 2.0	≥ 10	Status trofik air danau yang mengandung unsur hara dengan kadar rendah. Status ini menunjukkan kualitas air masih alamiah belum tercemar dari sumber unsur hara Nitrogen dan Fosfor
Mesotrof	≤ 750	< 30	< 5.0	≥ 4	Status trofik air danau yang mengandung unsur hara dengan kadar sedang. Status ini

					menunjukkan adanya peningkatan kadar Nitrogen dan fosfor namun masih dalam batas toleransi dan belum menunjukkan adanya indikasi pencemaran
Eutrof	≤ 1900	< 100	< 15	$\leq 2,5$	Status trofik air danau yang mengandung unsur hara dengan kadar tinggi. Status ini menunjukkan air telah tercemar dengan adanya peningkatan kadar Nitrogen dan Fosfor
Hipereutrof	> 1900	≥ 100	≥ 200	$< 2,5$	Status trofik air danau yang mengandung unsur hara dengan kadar sangat tinggi. Status ini menunjukkan air telah tercemar berat oleh adanya peningkatan Nitrogen dan Fosfor yang sangat tinggi.

Sumber : Peraturan Menteri LH No. 28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk

Pada umumnya perairan yang rendah aktivitas dari masyarakat menunjukkan status yang miskin unsur hara (oligotrofik) karena rendahnya *run off* dari daratan. Sebaliknya kondisi ini akan mudah berubah apabila masukan dari daratan yang membawa unsur hara semakin besar maka sewaktu-waktu status trofik berubah menjadi mesotrofik hingga eutrofik. Danau Aneuk Laot yang secara morfologi tidak memiliki inlet dan outlet akan mudah sekali mengalami perubahan status kesuburan perairan.

II METODOLOGI

Daya tampung beban pencemaran air adalah batas kemampuan sumber daya air untuk menerima masukan beban pencemaran yang tidak melebihi batas syarat kualitas air untuk berbagai peruntukannya. Daya tampung danau yaitu kemampuan perairan danau menampung beban pencemaran air sehingga memenuhi baku mutu air dan status trofik.

Baku mutu air danau terdiri dari parameter fisika, kimia dan mikrobiologi. Sedangkan persyaratan status trofik danau meliputi parameter kecerahan air, Nitrogen, Phosphor serta Klorofil-a. Kadar P-total merupakan parameter yang digunakan dalam menghitung daya tampung beban pencemaran air.

Secara umum, metode penentuan daya tampung beban pencemaran air DAL merujuk pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 28 tahun 2009 tentang daya tampung beban pencemaran air danau dan/atau waduk. Penjelasan tentang metode penentuan DTBPA DAL akan dibahas pada uraian di bawah ini.

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

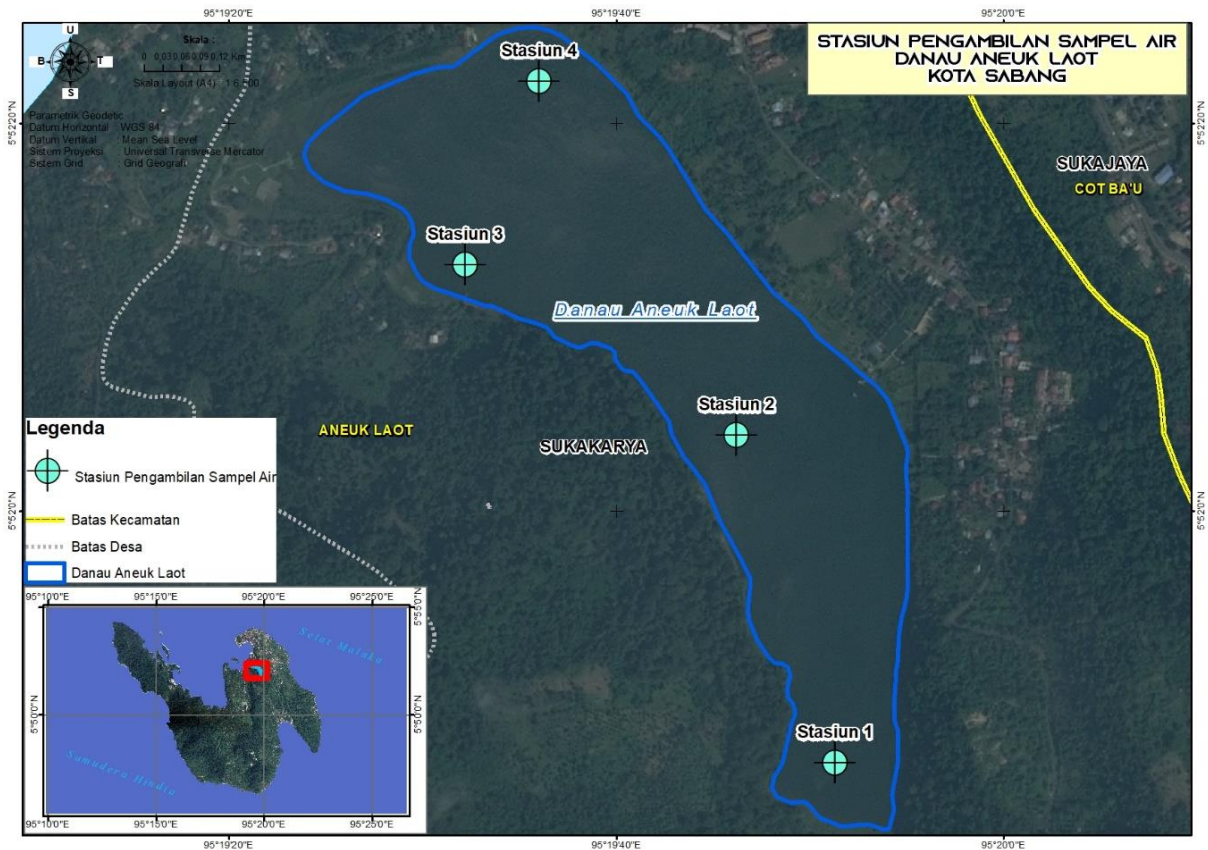
Penelitian penentuan DTBPA ini dilaksanakan di Perairan Danau Aneuk Laot yang berada pada Gampong Aneuk Laot, Kecamatan Sukakarya dengan jarak lebih kurang 4 km dari pusat Kota Sabang. Pengukuran data morfometri dan kualitas air danau dilakukan pada tanggal 8-9 Juni 2021.

Penentuan titik stasiun penelitian menggunakan metode *stratified random sampling*. Kriteria titik pengambilan sampel air berdasarkan aktivitas masyarakat disekitar Danau Aneuk Laot. Pada penelitian ini terdapat empat titik stasiun pengamatan (lihat tabel 2 dan gambar 1).

Tabel 2 Data titik koordinat stasiun pengambilan sampel

Stasiun	Koordinat	Keterangan
I Area hutan lindung	5°51'47.0"N 95°19'51.3"E	terdapatnya hutan lindung di kawasan sempadan Danau Aneuk Laot
II Area Dermaga dan Wisata	5°52'03.9"N 95°19'46.2"E	terdapatnya dermaga, rumah makan serta adanya aktivitas rekreasi
III Area intake PDAM	5°52'12.7"N 95°19'32.2"E	terdapatnya bangunan intake PDAM
IV Area Perkebunan/Pertanian	5°52'22.2"N 95°19'36.0"E	terdapatnya aktivitas pertanian, pemukiman dan peternakan masyarakat.

Sumber: Data Primer, 2021



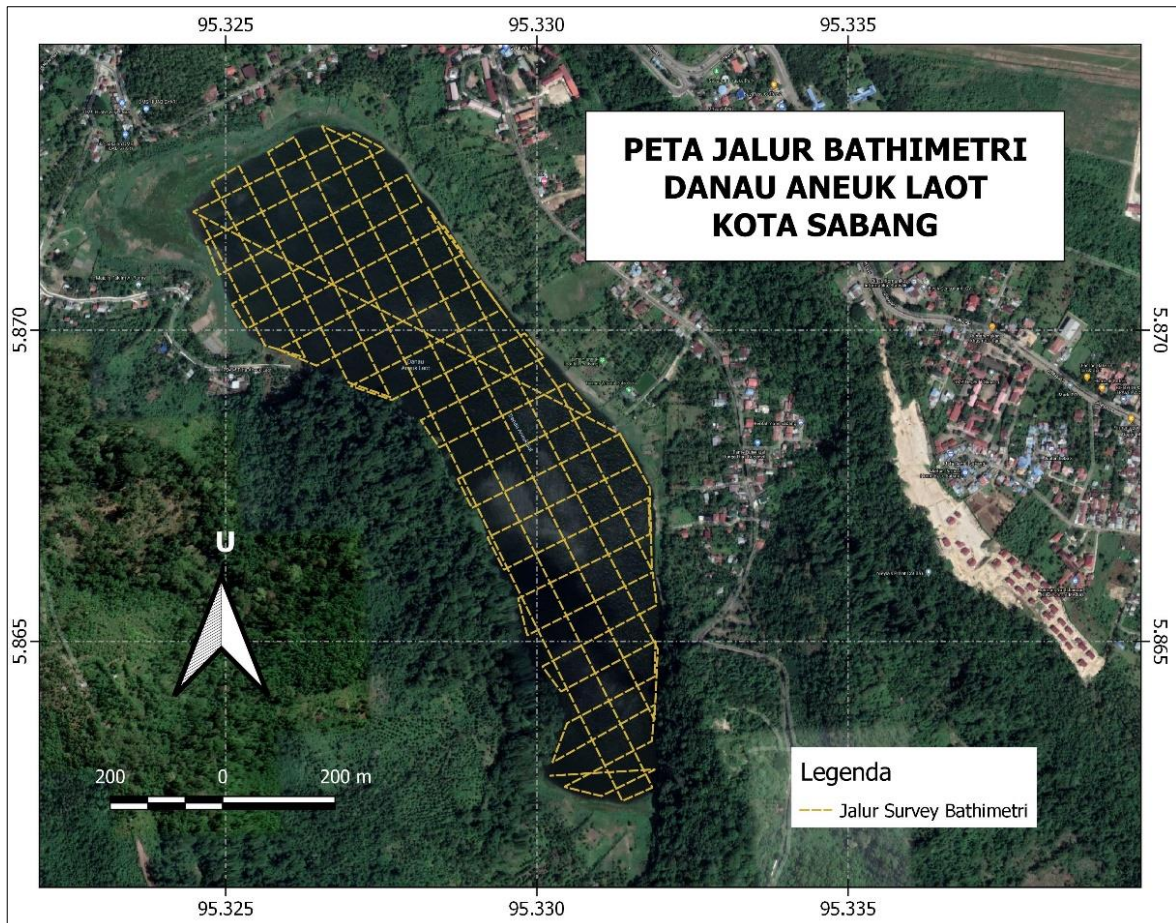
Gambar 1 Stasiun Pengambilan Sampel Air DAL

2.2 Metode Pengambilan Sampel Morfometri

Survei pengukuran batimetri atau pemeruman (*sounding*) dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi rupa bumi pada dasar perairan danau. Pengukuran batimetri dilakukan dengan menggunakan alat echosounder yang dilengkapi dengan GPS. Metode pelaksanaan survei batimetri dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Jalur Pengukuran Batimetri

Jalur *sounding* adalah jalur perjalanan yang dijadikan acuan lintasan oleh boat saat melakukan *sounding* dari titik awal sampai titik akhir di kawasan survei batimetri. Jalur ini disusun menggunakan perangkat lunak GIS dan diekspor ke dalam bentuk GPS Exchange format (file.gpx) sehingga dapat diakses melalui alat ukur (Garmin Echo sounder 585). Rencana jalur pengukuran batimetri (jalur *sounding*) Danau Aneuk Laot dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2 Rencana jalur pengukuran batimetri Danau Aneuk Laot

Pada pekerjaan ini jalur *sounding* disusun agar dapat mewakili kedalaman di seluruh area Danau Aneuk Laot. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2 di atas, jalur sounding dibuat dalam bentuk grid, dengan grid pengukuran yang digunakan adalah 50 meter x 50 meter. Pada tiap lintasan jalur sounding akan dilakukan pencatatan data kedalaman setiap perpindahan posisi 10 meter. Pengukuran dimulai dari sisi timur danau, tepatnya dimulai dari dermaga yang berlokasi tidak jauh dari rumah makan Putro Ijo. Jalur pertama yang dilalui boat adalah garis diagonal dari titik dermaga terus bergerak menuju sisi utara (kiri atas) DAL. Lalu boat mengikuti garis horizontal terus bergerak zigzag menuju sisi selatan DAL, dan dilanjutkan garis vertikal sampai dengan selesai.

2. Persiapan, Pemasangan Alat dan Pengukuran Batimetri

Pengukuran di lapangan dimulai dengan tahap persiapan yaitu pengecekan boat dan pemasangan alat Echosounder, seperti ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3 Pemasangan transduser GPS Garmin Echo sounder

Peralatan Echosounder ini terdiri dari (i) GPS antenna, (ii) GPS display User Interface Garmin 585 (gambar 4), (iii) Transduser (sensor echo sounder), dan (iv) Accu (baterai).

Pada Gambar 3 di atas dapat dilihat proses pemasangan transduser GPS Garmin Echosounder oleh tim survei lapangan. Transduser dipasang dengan kedalaman 0.30 m dari permukaan laut. Sedangkan GPS antenna dipasang pada tempat terbuka sehingga memudahkan penerimaan sinyal untuk penentuan posisi geografis.



Gambar 4 Display user interface GPSmap Garmin Echo sounder

Gambar 4 di atas menunjukkan Display user interface Garmin 585. Salah satu kegunaan perangkat ini bagi tim survei lapangan adalah sebagai acuan untuk panduan boat bergerak agar sesuai dengan rencana jalur pengukuran batimetri (jalur *sounding*) yang telah dibuat. Perangkat ini akan membuat file kedalaman dasar danau secara otomatis. Data kedalaman hasil rekaman perangkat ini nantinya akan diolah menjadi peta batimetri. Pada Display dapat dilihat informasi rencana jalur pengukuran (jalur *sounding*), dan informasi mengenai kedalaman Danau Aneuk Laot pada posisi tertentu. Tanda panah warna hitam yang terbaca pada Display menunjukkan lokasi/posisi boat secara geografis *real-time*, dan menunjukkan arah tujuan.

3. Pengukuran level muka air

Untuk melengkapi koreksi pasang surut pengukuran batimetri, fluktuasi tinggi muka air dibaca setiap 15 menit selama pengukuran batimetri berlangsung. Kondisi elevasi pada saat pengukuran akan dikoreksi terhadap elevasi titik patok Benchmark (BM) sebagai dasar elevasi menghitung kedalaman. Titik Benchmark (BM) memiliki fungsi penting pada kegiatan survei dan pemetaan. BM merupakan titik yang memiliki koordinat tetap dan direpresentasikan dalam bentuk patok yang dijadikan sebagai titik ikat atau titik kontrol yang mereferensikan posisi obyek pada suatu sistem koordinat global.

4. Referensi Pengukuran (BM)

Referensi elevasi yang digunakan adalah hasil pencatatan pasang surut level muka air danau selama pengukuran batimetri berlangsung, yang diikatkan dengan titik patok BM-01. Pemilihan titik patok BM-01 diambil dengan pertimbangan kemudahan aksesibilitas, jarak paling dekat dari lokasi awal pengukuran dan memiliki visibilitas yang tinggi (kondisi untuk dapat diamati dan dilihat dari jarak jauh tanpa terhalang) jika dibandingkan dengan titik patok lain yang berada di sekitar danau.

Tabel 3 Koordinat Geografis Titik Patok BM.01

Lokasi	Easting (m)	Northing (m)	Elevasi (m) EGM 2018	Latitude (derjat)	Longitude (derjat)	Tinggi (m) Ellipsoid
BM-01	758234.2	649390.9	30.615	5°52'12.64034" N	95°19'55.92835" E	-6.005

Tabel 3 menunjukkan deskripsi koordinat geografis titik patok BM-01. Titik patok BM-01 berada sekitar 200 meter disebelah timur Danau Aneuk Laot, bersisian dengan akses jalan Aneuk Laot menuju Balohan. Tepatnya berada di depan fasilitas Pos Keamanan dusun Jurong Putro Ijo Sabang.



Gambar 5 Referensi yang digunakan sebagai elevasi BM-01

Gambar 5 di atas menunjukkan deskripsi bentuk titik patok BM-01. Patok BM-01 terbuat dari beton bertulang dan dapat dengan mudah ditandai karena memiliki plat logo Kementerian Pekerjaan Umum dan nomor identitas BM di bagian depan. BM memiliki ukuran panjang dan lebar 20 cm x 20 cm, sebagian tertanam di dalam tanah sepanjang ± 60 cm dan ditampakkan di atas tanah ± 30 cm.

2.3 Metode Pengambilan Sampel Air

Analisis parameter fisika, kimia dan biologi dilakukan dengan dua tahap yaitu pertama, pengambilan sampel di lapangan (*insitu*) dan di laboratorium (*eksitu*). Pengambilan sampel air pada setiap stasiun menggunakan *vandorn water sampler* berukuran 3 liter. Metode pengambilan sampel air dilakukan berdasarkan strata kedalaman setiap stasiun pengamatan. Sampel air yang diambil sebanyak 9 liter, kemudian disaring dengan menggunakan planktonnet no.25. Contoh air yang tersaring (50 ml) dimasukkan dalam botol koleksi yang berlabel kemudian diawetkan dengan lugol 2 % sebanyak 8–10 tetes, selanjutnya diamati di bawah mikroskop, dan diidentifikasi dengan menggunakan buku petunjuk Prescott (1970), Belcher and Swale (1979), dan Mizuno (1979).

Sampel air juga digunakan untuk mengamati beberapa parameter kualitas air di Laboratorium (*eksitu*) antara lain pH, Oksigen terlarut, Nitrat, Nitrit, Amonia, Silika, Orthofosfat dan Total Fosfat, Klorofil-a; sedangkan parameter biologi berupa kelimpahan fitoplankton dan bakteri E coli. Metode pengamatan Klorofil-a dilakukan dengan mengambil

600 ml air dan selanjutnya dianalisis di laboratorium dan dihitung dengan menggunakan metode trichromatic.

2.4 Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau

Metode penentuan daya tampung beban pencemaran air danau dan/atau waduk terdiri dari rumus umum perhitungan daya tampung beban pencemaran air. Rumus umum perhitungan beban pencemaran air tersebut digunakan untuk menghitung beban pencemaran dari berbagai sumber. DTBPA danau sangat dipengaruhi oleh karakteristik dan kondisi lingkungan di sekitar danau. Faktor-faktor yang mempengaruhi DTBPA dan rumus umum perhitungannya akan dijelaskan pada uraian di bawah ini.

2.4.1 Faktor-Faktor yang mempengaruhi Daya Tampung Beban Pencemaran Air

Perhitungan dan penetapan DTBPA danau perlu memperhatikan beberapa karakteristik danau serta aspek pemanfaatan danau sehingga mempengaruhi beban masukan dan daya dukung danau aneuk Laot. Persyaratan kualitas air untuk berbagai pemanfaatan air danau sesuai dengan baku mutu yang terdiri dari syarat kadar kualitas air fisika, kimia dan mikrobiologi. Sedangkan persyaratan status trofik air danau dihitung berdasarkan nilai oksigen terlarut, suhu, unsur hara Nitrogen dan Fosfor serta kadar Klorofil-a. Oleh karena itu perhitungan daya tampung beban pencemaran perairan danau ditinjau dari sumber dan beban pencemaran air serta dampaknya terhadap pemanfaatan air danau agar sumberdaya air danau lestari. Perhitungan daya tampung beban pencemaran air danau ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya:

- a. Morfologi dan hidrologi danau dan/atau waduk.
- b. Kualitas air dan status trofik danau dan/atau waduk.
- c. Persyaratan atau baku mutu air untuk pemanfaatan sumber daya air danau dan/atau waduk.
- d. Alokasi beban pencemaran air dari berbagai sumber dan jenis air limbah yang masuk danau dan/atau waduk.

1. Morfologi danau;

Morfologi danau terdiri dari parameter karakter fisik, yaitu:

- a. Luas perairan danau;
- b. Volume air danau;
- c. Kedalaman rata-rata danau.

2. Kualitas air dan status trofik danau;

Penentuan kualitas air dan status trofik danau digunakan dalam perhitungan daya tampung beban pencemaran air danau sehingga perlu diperhatikan diantaranya:

- a. Daya tampung beban pencemaran air berdasarkan baku mutu air yang sesuai dengan peruntukannya, sehingga parameter kualitas air yang dipilih sesuai dengan peruntukan danau berdasarkan golongan kelas air yang tercantum dalam PP No. 22 Tahun 2021.
- b. Daya tampung beban pencemaran air berdasarkan kriteria status trofik danau yang ditinjau dari sumber masukan beban, berdasarkan pengamatan dari berbagai kegiatan di Danau Aneuk Laot sehingga penentuan beban masukan Danau terutama dilihat dari kadar unsur hara yaitu kadar Phospor sebagai P total.

3. Persyaratan atau baku mutu air untuk pemanfaatan sumber daya air danau;

Sumberdaya air danau Aneuk Laot memiliki manfaat yang besar bagi masyarakat kota sabang, bersifat multiguna yaitu sebagai air baku PDAM, perikanan, pertanian, peternakan dan rekreasi. Besarnya manfaat danau Aneuk Laot ini sehingga perlu dilakukan pengelolaan agar tetap lestari. Salah satu upaya yang dapat dilakukan agar kualitas airnya tidak melebihi baku mutu air sesuai dengan peruntukannya yaitu dengan melakukan pemantauan rutin. Baku mutu air ini digunakan sebagai bahan acuan dalam perhitungan daya tampung beban pencemaran air danau. Kriteria baku mutu air danau berdasarkan kelas pemanfaatan air yang tertera dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup sebagaimana yang tertera pada tabel 4.

Tabel 4 Kriteria Mutu Air Danau berdasarkan Kelas

No	Parameter	Satuan	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
1.	Temperature	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3
2.	Padatan Terlarut Total (TDS)	mg/L	1.000	1.000	1.000	1.000
3.	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/L	25	50	100	400
4.	Transparansi	m	10	4	2,5	-
5.	Warna	Pt-Co Unit	15	50	100	-
6.	Derajat Keasaman (pH)		6-9	6-9	6-9	6-9
7.	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	2	3	6	12
8.	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	10	25	40	80

9.	Okigen Terlarut (DO)	mg/L	6	4	3	1
10.	Sulfat (SO_4^{2-})	mg/L	300	300	300	400
11.	Klorida (Cl^-)	mg/L	300	300	300	600
12.	Total Nitrogen	mg/L	0,65	0,75	1,90	-
13.	Total Fosfat (sebagai P)	mg/L	0,01	0,03	0,1	-
14.	Flourida	mg/L	1	1,5	1,5	-
15.	Beleran sebagai H_2S	mg/L	0,002	0,002	0,002	-
16.	Sianida (CN^-)	mg/L	0,02	0,02	0,02	-
17.	Klorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	-
18.	Barium (Ba) Terlarut	mg/L	1,0	-	-	-
19.	Boron (B) Terlarut	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0
20.	Merkuri (Hg) Terlarut	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005
21.	Arsen (as) Terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
22.	Selenium (Se) Terlarut	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05
23.	Besi (Fe) Terlarut	mg/L	0,3	-	-	-
24.	Cadmium (Cd) Terlarut	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01
25.	Kobalt (Co) Terlarut	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2
26.	Mangan (Mn) Terlarut	mg/L	0,4	0,4	0,5	1
27.	Nikel (Ni) Terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
28.	Seng (Zn) Terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	2
29.	Tembaga (Cu) Terlarut	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2
30.	Timbal (Pb) Terlarut	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,5
31.	Kromium Heksavalen (Cr-(VI))	mg/L	0,05	0,05	0,05	1
32.	Minyak dan Lemak	mg/L	1	1	1	10
33.	Deterjen Total	mg/L	0,2	0,2	0,2	-
34.	Fenol	mg/L	0,002	0,005	0,01	0,02
35.	Aldrin/Dieldrin	$\mu\text{g/L}$	17	-	-	-
36.	BHC	$\mu\text{g/L}$	210	210	210	-
37.	Chlordane	$\mu\text{g/L}$	3	-	-	-
38.	DDT	$\mu\text{g/L}$	2	2	2	2
39.	Ednrin	$\mu\text{g/L}$	1	4	4	-
40.	Heptachlor	$\mu\text{g/L}$	18	-	-	-
41.	Lindane	$\mu\text{g/L}$	56	-	-	-
42.	Methoxychlor	$\mu\text{g/L}$	35	-	-	-
43.	Toxapan	$\mu\text{g/L}$	5	-	-	-

44.	Fecal Coliform	MPN/100 mL	100	1.000	2.000	2.000
45.	Total Coliform	MPN/100 mL	1.000	5.000	10.000	10.000
46.	Klorofil-a	mg/m ³	10	50	100	200
47.	Sampah		nihil	nihil	nihil	Nihil
48.	Radioaktivitas					
	Gross-A	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1
	Gross-B	Bq/L	1	1	1	1

Sumber: Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021

4. Alokasi beban pencemaran air dari berbagai sumber dan jenis limbah yang masuk ke danau.

Penentuan alokasi beban pencemaran air danau Aneuk Laot memerlukan kajian dengan memperhatikan aktivitas pemanfaatan dan status trofik danau, sumber dan beban pencemaran air serta tingkat pengendaliannya pada berbagai sumber pencemar berdasarkan kegiatan di daerah tangkapan air (DTA) dan sempadan danau.

Danau Aneuk Laot merupakan danau yang tidak memiliki inlet dan outlet, sehingga berbagai aktivitas di sempadan danau diasumsikan memiliki beban yang sama. Beban pencemaran yang masuk diasumsikan berasal dari kegiatan pertanian, perkebunan, peternakan, limbah rumah tangga dan rekreasi. Perhitungan beban pencemaran dari berbagai sumber tersebut dianalisis terutama dari kadar fosfor dalam bentuk total posfat yang masuk ke perairan.

2.4.2 Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran

Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran Air (DTBPA) Danau Aneuk Laot menggunakan rumus seperti yang diuraikan di bawah ini.

Morfologi dan hidrologi danau

$$\check{Z} = 100 \times V / A \dots\dots\dots(1)$$

$\check{Z}$: Kedalaman rata-rata danau (m)

V : Volume air danau (juta m³)

A : Luas perairan danau (Ha)

$$\rho = Q_0 / V \dots\dots\dots(2)$$

ρ : Laju penggantian air danau (1/tahun)

Q_0 : Jumlah debit air keluar danau (juta m³/tahun), pada tahun kering

Alokasi beban pencemaran parameter Pa

$$[Pa]_{STD} = [Pa]_i + [Pa]_{DAS} + [Pa]_d \dots\dots\dots (3)$$

$$[Pa]_d = [Pa]_{STD} - [Pa]_i - [Pa]_{DAS} \dots\dots\dots (4)$$

[Pa]_{STD} : syarat kadar parameter Pa maksimal sesuai Baku Mutu Air atau Kelas Air (mg /m³)

[Pa]_i : kadar parameter Pa hasil pemantauan danau (mg/m³)

[Pa]_{DAS} : jumlah alokasi beban Pa dari daerah aliran sungai (DAS) atau daerah tangkapan air (DTA), (mg/m³)

[Pa]_d : alokasi beban Pa limbah kegiatan pada perairan danau (mg /m³)

Daya tampung beban pencemaran air parameter Pa pada air danau

$$L = \Delta [Pa]_d \check{Z} \rho / (1- R) \dots\dots\dots (5)$$

$$R = 1 / (1 + 0,747 \rho^{0,507}) \dots\dots\dots (6)$$

$$La = L \times A / 100 = \Delta [Pa]_d A \check{Z} \rho / 100 (1- R) \dots\dots\dots (7)$$

L : daya tampung limbah Pa per satuan luas danau dan/atau waduk (g Pa/m². tahun)

La : jumlah daya tampung limbah Pa pada perairan danau dan/atau waduk (kg Pa/tahun)

R : total Pa yang tinggal bersama sedimen

Persamaan pada rumus-rumus (5), (6) dan (7) berkaitan dengan alokasi beban pencemaran dari DAS atau DTA dan kegiatan lain pada perairan danau pada Rumus (3).

Rumus-rumus yang telah diuraikan di atas adalah untuk menghitung :

1. Morfologi dan Hidrologi Danau

Rumus perhitungan morfologi dan hidrologi danau adalah sebagai berikut :

- a. Morfologi danau atau waduk, yaitu luas perairan (A) dan volumenya (V), yang diperoleh dari hasil pengukuran dan kedalaman rata-rata ($\check{Z}$) yang diperoleh dari hasil perhitungan Rumus (1);
- b. Hidrologi danau dan waduk, yaitu debit air keluar dari waduk (Q_o), yang diperoleh dari hasil pengukuran;
- c. Laju penggantian air danau atau waduk (ρ), yang diperoleh dari hasil perhitungan Rumus (2).

2. Alokasi beban pencemaran air yang masuk danau

Alokasi beban pencemaran air, yang dinyatakan dengan kadar parameter Pa adalah sebagai berikut:

- a. Syarat kadar parameter Pa maksimal sesuai ketentuan dalam Baku Mutu Air atau Kelas Air yaitu [Pa]_{STD}
- b. Kadar parameter Pa hasil pemantauan danau dan/atau waduk yaitu [Pa]_i

- c. Jumlah alokasi beban kadar parameter Pa dari DAS atau DTA yaitu $[Pa]_{DAS}$ yang diperoleh dari hasil penentuan atau kajian dan perhitungan Rumus (3)
- d. Alokasi beban kadar parameter Pa yang berasal dari limbah yang langsung masuk danau dan/atau waduk berasal dari kegiatan yang berada pada perairan danau/waduk yaitu $[Pa]_d$, yang diperoleh dari hasil perhitungan Rumus (3) atau Rumus (4).

3. Daya tampung beban pencemaran air pada danau

Perhitungan jumlah daya tampung beban pencemaran air pada danau adalah sebagai berikut:

- a. Daya tampung parameter Pa per satuan luas danau yaitu L , merupakan fungsi dari kedalaman rata-rata danau $\bar{Z}$, laju penggantian air danau yaitu p dan kadar parameter yang terbawa lumpur dan mengendap ke dasar danau. L dihitung dengan Rumus (5) dan Rumus (6).
- b. Jumlah daya tampung parameter Pa pada perairan danau yaitu La , yang merupakan fungsi L dan luas perairan danau atau A . La dihitung berdasarkan Rumus (7).
- c. Parameter dasar perhitungan DTBPA danau adalah P-total
- d. Syarat kualitas air sebagai dasar perhitungan DTBPA adalah syarat kadar P-total sesuai ketentuan dalam Baku Mutu Air atau Kelas Air

III GAMBARAN UMUM DANAU ANEUK LAOT

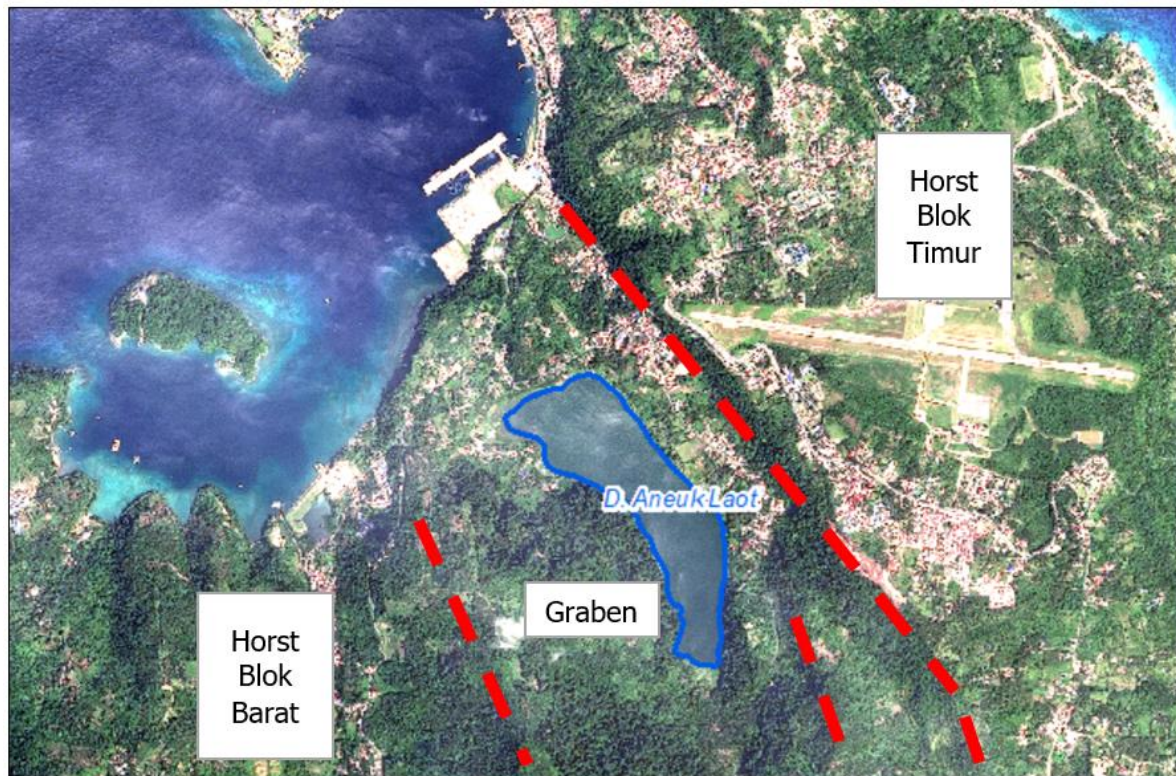
Gambaran umum DAL meliputi data dan informasi terkait ekosistem DAL yang terdiri dari tipologi danau, letak geografis, dan karakteristik Danau. Data dan informasi terkait Danau Aneuk Laot ini diperoleh dengan mengumpulkan data primer, tinjauan pustaka, dan melakukan pengamatan serta analisis data penginderaan jauh citra satelit

3.1 Tipologi Danau

Secara historis Danau Aneuk Laot merupakan danau yang berasal dari bekas kepundan gunung berapi yang telah mati, dan secara perlahan dan terus menerus kepundan ini terisi oleh air hujan sehingga membentuk sebuah danau. Danau 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. Jika dilihat dari asal proses pembentukannya, maka DAL termasuk tipe danau vulkanik, yaitu terbentuk akibat letusan gunung berapi (Edyanto, 2008).

3.2 Kondisi Geografis

Kondisi geografis Danau Aneuk Laot berdasarkan pengamatan dan analisis kenampakan danau pada citra SPOT 7 Tahun 2021, memperlihatkan bahwa Danau Aneuk Laot adalah danau yang termasuk tipe danau ukuran kecil yang memiliki luas permukaan $\pm 39,67$ ha ($396.67,85$ m²), panjang ± 1.450 m dan lebar rata-rata sekitar 250 m dengan perkiraan 0,31 % dari luas wilayah Kota Sabang. Danau Aneuk Laot berada pada bidang sesar (patahan) dan merupakan danau *collapse* (runtuhan aktivitas vulkanik) di sepanjang singkapan yang banyak membentuk kekar serta breksiasi yang sangat mencirikan sebuah struktur sesar yang berada pada sesar Sabang. Gambar 6 menunjukkan kenampakan Danau Aneuk Laot dan wilayah sekitarnya pada Citra SPOT 7 tahun 2021.



Gambar 6 Kenampakan Danau Aneuk Laot dan sekitarnya Pada Citra SPOT 7 (Perekaman 22 Januari 2021)

Sesar Sabang (ditandai garis merah putus-putus pada Citra SPOT 7 diatas) adalah sesar normal utama yang berorientasi relatif terhadap arah utara - selatan, dimana bidang graben (hasil dari patahan pada kulit bumi yang mengalami depresi dan terletak di antara dua bagian yang lebih tinggi) di bagian barat diapit oleh blok di bagian timur sebagai blok yang relatif naik (horst). Danau Aneuk Laot berada pada bidang graben ini. Sedangkan pembentukan Danau Aneuk Laot seperti yang telah dijelaskan diatas diduga diakibatkan adanya runtuhnya aktivitas vulkanik yang terjadi pada bidang graben tersebut.

Aplikasi data penginderaan jauh untuk memantau kondisi geografis Danau Aneuk Laot dan sekitarnya sangatlah diperlukan. Kelebihan penggunaan data penginderaan jauh selain memiliki cakupan perekaman yang luas dalam menggambarkan kondisi topografi bentang lahan, juga tersedia dalam beberapa seri waktu (multitemporal) sehingga memudahkan dalam memantau dan mengamati perubahan yang terjadi di kawasan danau dari tahun ke tahun, seperti perubahan luas muka air danau, perubahan penggunaan lahan disekitar danau, maupun perubahan fisiografis danau yang terjadi akibat bencana alam, erosi dan pengaruh cuaca dan iklim yang ekstrim. Pemantauan menggunakan data penginderaan jauh dapat dilakukan dari berpuluh tahun kebelakang hingga pada kondisi mendekati saat ini (*real-time*). Tentu saja hal ini sangat membantu dalam beberapa proses analisis sebagai

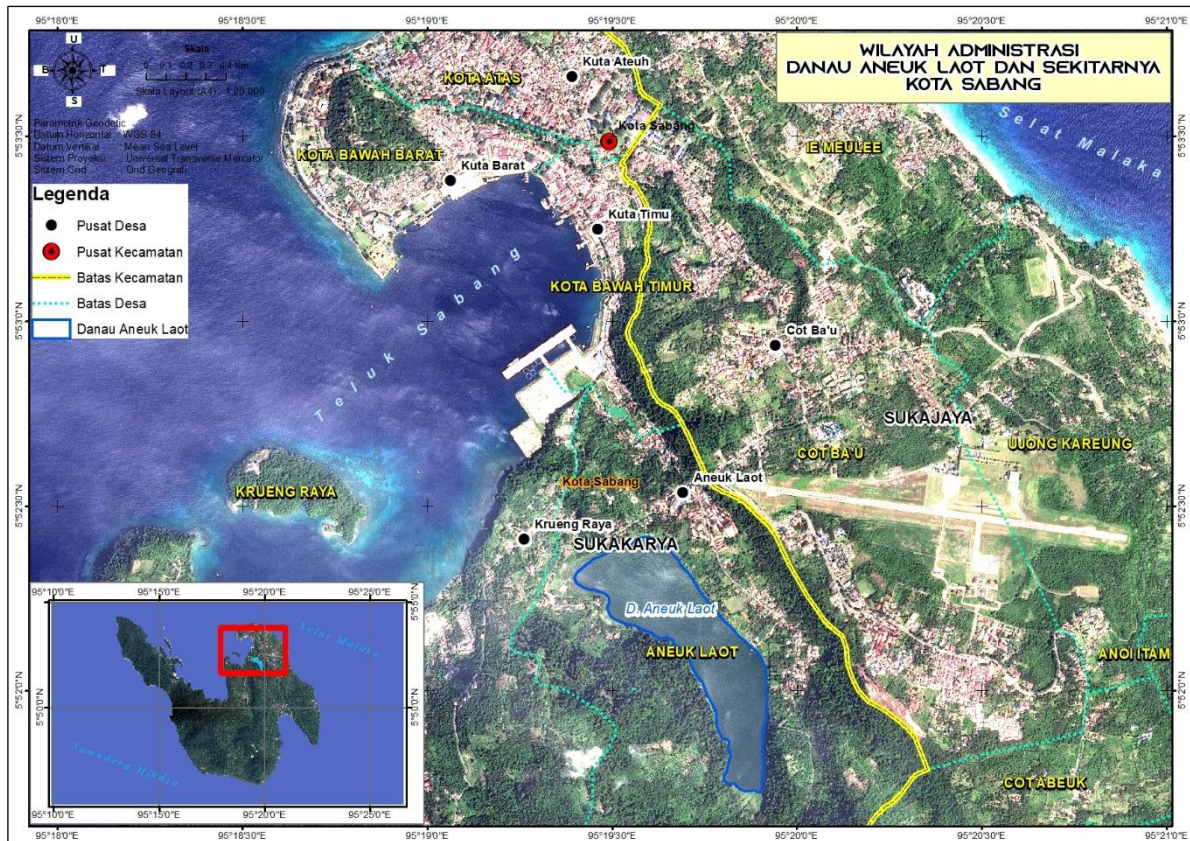
pengganti data pengukuran terestrial yang sangat terbatas ketersediaannya. Disamping itu, penggunaan data penginderaan jauh lebih minim biaya (*low-cost*) dan minim waktu (*less-time*) jika dibandingkan dengan pengukuran dan survei terestrial. Dalam penyusunan dokumen ini, data dan informasi terkait Danau Aneuk Laot merupakan integrasi dari data penginderaan jauh dan data yang diperoleh dari pengukuran terestrial.

Citra SPOT 7 memiliki resolusi spasial pada mode penajaman pankromatik sebesar 1,5 m, artinya setiap kenampakan detil danau dalam luasan 3 m persegi akan terekam sensor satelit dan tergambar pada citra dengan jumlah sebanyak ± 133 ribu piksel. Jika dibandingkan dengan hasil pengukuran lapangan, yaitu sebesar 39,50 ha, terdapat perbedaan luas sebesar 0,17 ha atau 1700 m², yakni setara distorsi sebanyak 566 piksel. Hasil pengukuran ini menunjukkan kesalahan sebesar 0,085 *Root Mean Square Error* (RMSe). RMSe adalah akar kuadrat dari rata-rata kuadrat selisih antara nilai koordinat data dan nilai koordinat dari sumber independen yang akurasi lebih tinggi (dalam hal ini adalah pengukuran terestrial). RMSe sebesar 0,085 menunjukkan bahwa ketelitian horizontal dan vertikal citra SPOT 7 terkoreksi yang digunakan dalam kajian ini memenuhi syarat ketelitian untuk pembuatan peta dasar detil hingga kategori kelas 1 untuk skala 1:5.000, dibuktikan dengan nilai ketelitian geometrik horizontal dan vertikal < 1 (perhitungan mengacu pada Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No. 15/2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar).

Oleh karena itu, pengukuran morfometri secara umum Danau Aneuk Laot dengan menggunakan citra SPOT 7 menghasilkan angka luasan permukaan danau yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Perolehan luasan permukaan danau yang berbeda antara pengukuran menggunakan data citra dan pengukuran terestrial disebabkan oleh pengaruh beberapa faktor, diantaranya: distorsi geometrik sensor satelit, proyeksi citra, akurasi titik ikat, kalibrasi alat, dan ketepatan delineasi.

3.3 Letak Geografis

Secara geografis, Danau Aneuk Laot terletak pada posisi 5° 51' 44" – 5° 52' 22" LU dan 95° 19' 28" – 95° 19' 54" BT dengan ketinggian lebih kurang 50 m di atas permukaan laut. Danau ini berada pada Gampong Aneuk Laot Kecamatan Sukakarya dengan jarak lebih kurang 2 km dari pusat Kota Sabang. Di sebelah barat dan selatan danau terdapat kawasan hutan lindung. Sedangkan selebihnya merupakan pemukiman, lahan terbangun (perkantoran, sarana pendidikan dan jasa), perladangan, perkebunan dan semak belukar. Letak geografis wilayah administrasi Danau Aneuk Laot dan sekitarnya disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7 Wilayah Administrasi Danau Aneuk Laot dan sekitarnya

Berdasarkan gambar diatas, Danau Aneuk Laut berbatasan dengan Teluk Sabang di sebelah utara dengan relief agak miring hingga landai. Sebelah timur Danau Aneuk Laot adalah blok patahan Sesar Sabang yang topografinya lebih tinggi (disebut sebagai Horst) dengan relief terjal-curam, namun datar dibagian igirnya. Pada bagian datar ini terdapat bandar udara Maimun Saleh, yang terletak di Gampong Cot Ba'U Kecamatan Sukajaya dan kawasan-kawasan pemukiman dengan wilayah yang lebih luas. Bagian selatan danau merupakan terusan graben yang sebagian besar penggunaan lahannya merupakan kebun campuran, semak belukar dan hutan lindung. Sedangkan bagian barat dari Danau Aneuk Laot didominasi kawasan hutan lindung dan semak belukar kerapatan tinggi yang tumbuh diatas patahan blok barat yang terangkat hingga ke desa Paya Seunara.

3.4 Sempadan Danau

Danau Aneuk Laot adalah salah satu sumber air baku andalan bagi masyarakat Kota Sabang. Merujuk pada Rencana Pola Ruang RTRW Kota Sabang 2012-2032, Danau Aneuk Laot adalah kawasan perlindungan setempat yang bertujuan untuk memberikan perlindungan pada keberlangsungan sumber air dan keseimbangan lingkungan kawasan Danau Aneuk Laot. Kawasan perlindungan Danau Aneuk Laot diarahkan pada sempadan danau dengan

DTA didelineasi dengan menggunakan data citra satelit berdasarkan kenampakan punggung (igir) pada bentuklahan perbukitan atau pengunungan sebagai pemisah alami dari kemampuan lahan menampung dan mengalirkan air hujan dengan dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi dan kondisi lahan. DTA merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS), yang memiliki kontribusi sangat besar terhadap penyimpanan air tanah. Batas DTA relatif stagnan dan tidak berubah, terkecuali jika terjadi bencana ekstrim yang menyebabkan runtuh atau longsohnya bukit atau gunung, gempa yang sangat kuat, rekayasa teknis yang tujuannya meratakan bukit atau memotong lereng untuk pembuatan jalan dan lain sebagainya.

3.6 Klimatologi dan Curah Hujan

Berdasarkan Klasifikasi Schmidt dan Fergusson, tipe curah hujan Kota Sabang termasuk kelas B (basah) dengan sebaran bulan basah 8 kali berurutan. Secara lengkap data curah hujan dan jumlah hari hujan Kota Sabang dari tahun 2016 – 2020 disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Curah Hujan dan Jumlah Hari Hujan Kota Sabang Tahun 2016 – 2020

No	Bulan	Curah Hujan (CH)									
		2016		2017		2018		2019		2020	
		CH (mm)	HH (mm)	CH (mm)	HH (mm)	CH (mm)	HH (mm)	CH (mm)	HH (mm)	CH (mm)	HH (mm)
1	Januari	215,8	14	508,6	23	125,3	12	123,6	15	12,1	3
2	Februari	156,2	16	61,7	8	30,4	6	13,3	4	26,9	6
3	Maret	113,8	7	68	10	78,8	10	102,9	10	123,4	8
4	April	23,2	7	49	4	115,6	16	19,0	5	166,6	16
5	Mei	256,2	10	195,6	17	258,7	15	123,7	11	390,9	19
6	Juni	67,9	12	34,9	10	107,5	10	90,8	10	57,5	10
7	Juli	67,4	10	43,6	7	69,3	11	119,9	11	137,5	13
8	Agustus	231,9	20	62,5	9	70,8	13	140,6	12	112,8	14
9	September	144	15	183,2	19	115,5	12	153,7	13	167,3	12
10	Oktober	286	21	83	10	229,9	14	235,3	17	172,6	17
11	November	223,6	17	173,8	15	298,5	20	290,0	18	248,9	17
12	Desember	326,4	22	531,6	17	214,6	15	382,0	19	343,4	21
Rata-rata (CH) Jumlah (HH)		176,03	171	166,29	149	142,91	154	149,57	145	163,33	156

 ➔ curah hujan terendah
 ➔ curah hujan tertinggi

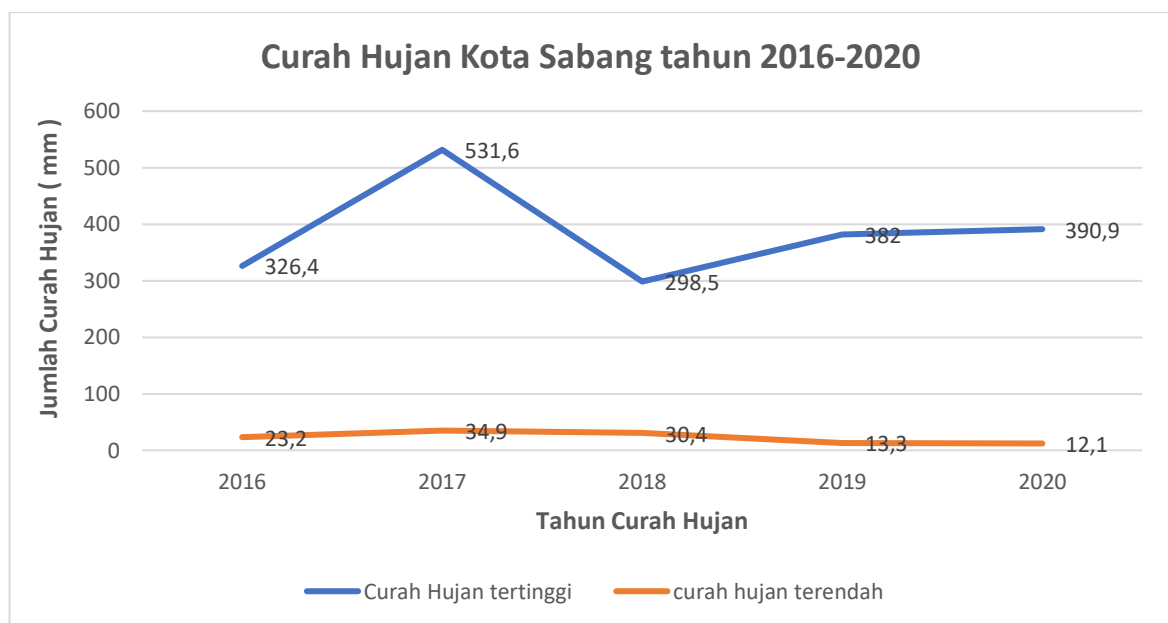
CH : Curah Hujan

HH : Hari Hujan

Sumber : BMKG Kota Sabang 2021

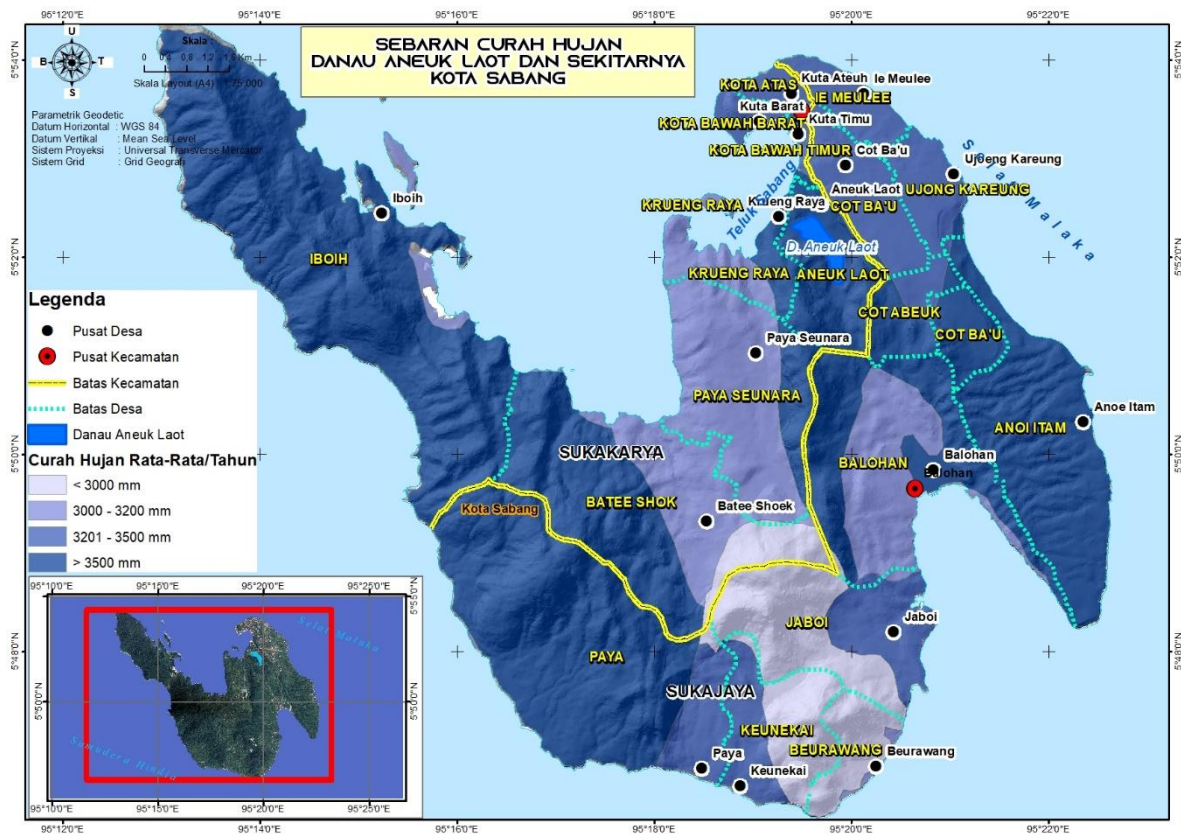
Pada kurun waktu 2016 - 2020, jumlah curah hujan rata-rata pertahun mencapai 160 mm dengan rata-rata jumlah hari hujan sebanyak 155 hari tiap tahunnya. Bulan Desember tahun 2017 adalah curah hujan tertinggi yang terjadi di Sabang, yakni mencapai 531,6 mm dengan jumlah hari hujan sebanyak 17 hari. Selanjutnya curah hujan terendah terjadi pada bulan Januari 2020 dengan jumlah curah hujan hanya mencapai 12,1 mm dengan jumlah hari hujan hanya sebanyak 3 hari saja. Curah hujan yang cukup tinggi terjadi pada bulan Mei 2020, yakni mencapai 390,9 mm dengan jumlah hari hujan sebanyak 19 hari.

Curah hujan tahunan Kota Sabang berjumlah di atas 2.000 mm, di mana terjadi tingkat curah hujan yang berbeda antara wilayah pantai dengan wilayah berbukit dan bergunung (Gambar 9).



Gambar 9 Grafik Curah Hujan Kota Sabang 2016 – 2020

Jika dilihat dari keseluruhan trend data curah hujan tahun 2016 - 2020, maka curah hujan tertinggi mengalami fluktuasi yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan curah hujan terendah yang relatif stabil. Peta curah hujan kota Sabang disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10 Peta Curah Hujan Kota Sabang

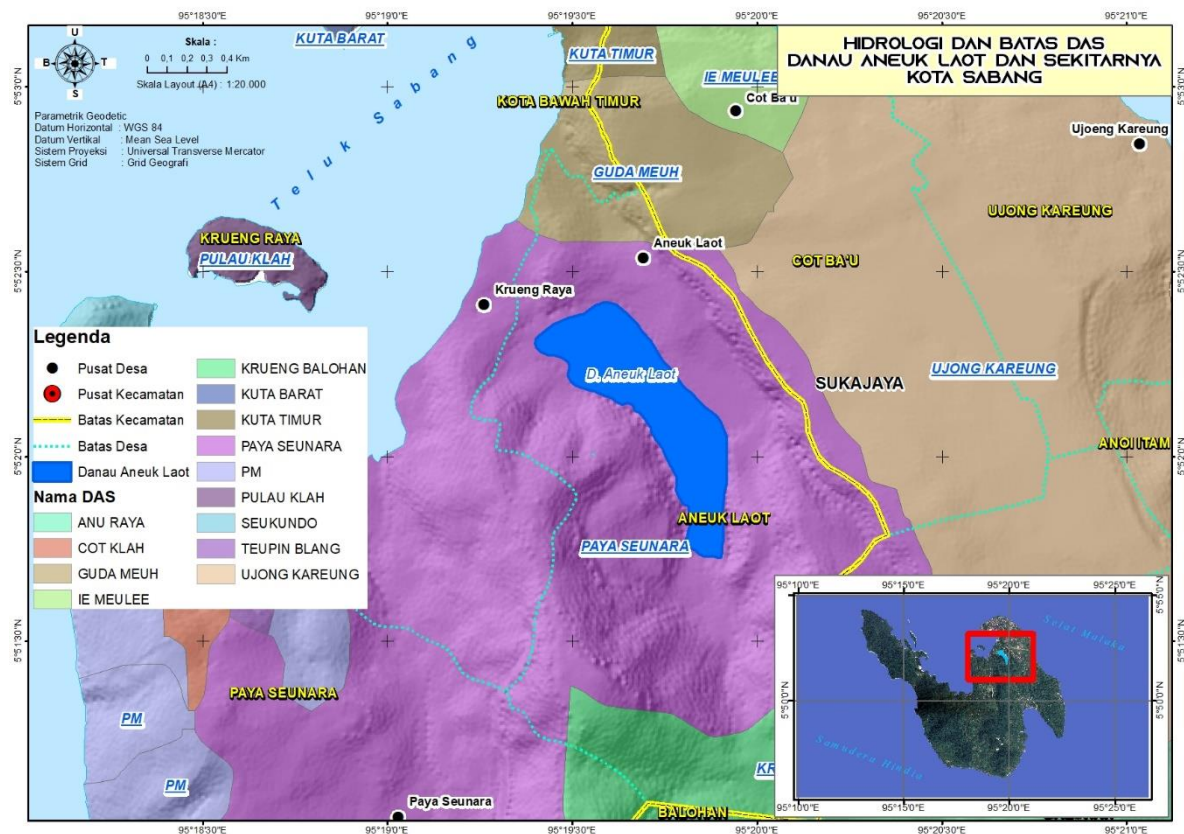
Tahun 2017 yang merupakan tahun dimana curah hujan tertinggi mencapai 531,6 mm, di tahun 2018 mengalami penurunan sebesar 233,1 mm menjadi 298,5. Ini merupakan penurunan curah hujan tertinggi dan satu-satunya sepanjang tahun 2016 - 2020. Curah hujan tertinggi perlahan kemudian mulai kembali meningkat di tahun 2019 dan 2020. Sementara itu, curah hujan terendah yang terjadi di Sabang rata-rata memiliki ketebalan yang sama dengan fluktuasi maksimal sebesar 22,8 mm sepanjang tahun 2016 – 2020.

3.7 Hidrologi dan DAS

Menurut sudut pandang hidroklimatologis, kondisi hidrologi Danau Aneuk Laot sangat dipengaruhi oleh posisi geografis dari Pulau Weh, pulau dimana Kota Sabang berada. Pulau Weh merupakan pulau yang terletak di bagian barat Indonesia yang dikelilingi perairan Samudera Hindia, Selat Malaka dan Selat Benggala yang berbatasan langsung dengan Laut Andaman. Posisi ini menyebabkan iklim di Pulau Weh sangat dipengaruhi oleh kondisi dinamika iklim perairan laut yang terbuka sehingga menerima terpaan angin yang lebih besar. Danau Aneuk Laot yang berdekatan dengan Teluk Sabang hanya memiliki luas wilayah sebesar 153 km² tentu saja mendapat pengaruh dari kondisi ini, sehingga mengakibatkan sumber air yang berasal dari atmosfer dapat mengalami berbagai perubahan sesuai dengan pergerakan arah angin. Pada umumnya teluk mempunyai karakteristik

divergensi arah angin sehingga menyebabkan curah hujan di sekitar teluk rendah (DLHK, 2019). Dengan demikian diharapkan lebih banyak angin yang bertiup dari arah pantai sebelah utara atau timur laut untuk memicu pertumbuhan awan hujan, yang kemudian berpengaruh terhadap kondisi hidrologi Danau Aneuk Laot.

Selain karena pengaruh arah angin, kemampuan danau menampung air hujan bergantung pada kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS). DAS adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh punggung- punggung bukit yang menampung air hujan dan mengalirkannya melalui saluran air alami maupun artifisial, dan kemudian berkumpul menuju suatu muara sungai, laut, danau atau waduk. Danau Aneuk Laot beserta daerah tangkapan airnya berada pada DAS Paya Seunara, yang memiliki luas 1.256,46 ha. Peta hidrologi dan batas DAS Danau Aneuk Laot disajikan pada Gambar 11.



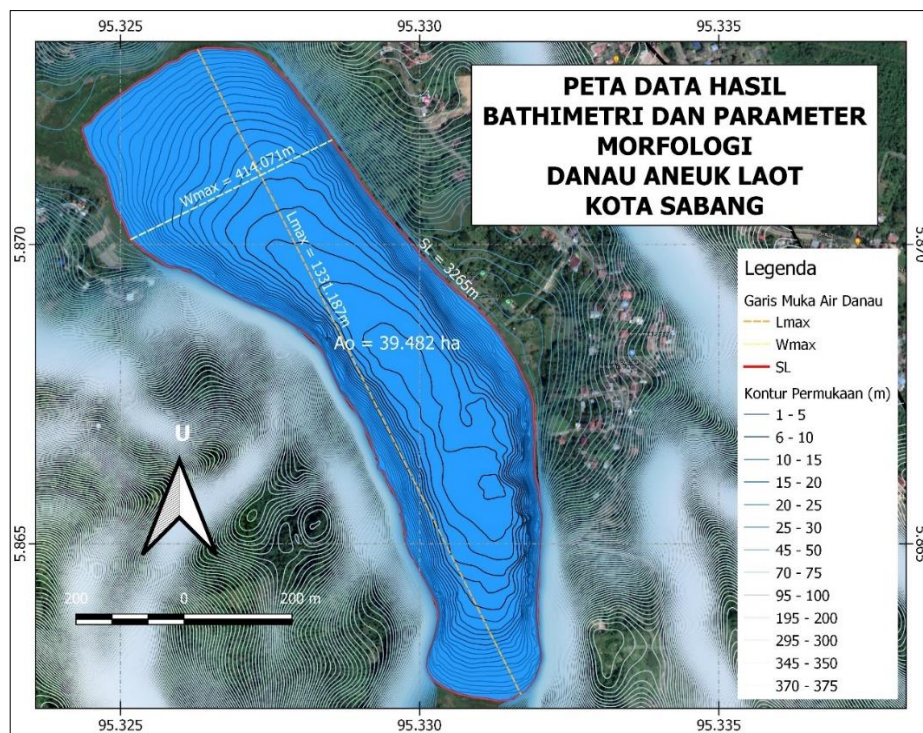
Gambar 11 Peta Hidrologi dan Batas DAS Danau Aneuk Laot

DAS Paya Seunara, dimana Danau Aneuk Laot berada berbatasan dengan DAS Krueng Balohan disebelah selatan, DAS Ujong Kareung disebelah timur, DAS Guda Meuh disebelah utara dan DAS Batee Shok serta DAS Krueng Ceunohot Besar di sebelah barat. DAS Paya Seunara merupakan DAS terbesar di Kota Sabang disusul DAS Batee Shok dan DAS Krueng Balohan dengan luas berturut-turut adalah 929,44 Ha dan 922,09 ha.

Danau Aneuk Laot yang tidak memiliki inlet, sepenuhnya bergantung pada curah hujan dan kemampuan DAS untuk melakukan infiltrasi maupun limpasan (*surface run-off*) menuju ke danau. Artinya kondisi tutupan lahan di kawasan DAS Paya Seunara memegang peranan sangat penting dalam keberlangsungan ekosistem hidrologi Danau Aneuk Laot.

3.8 Morfometri Perairan Danau

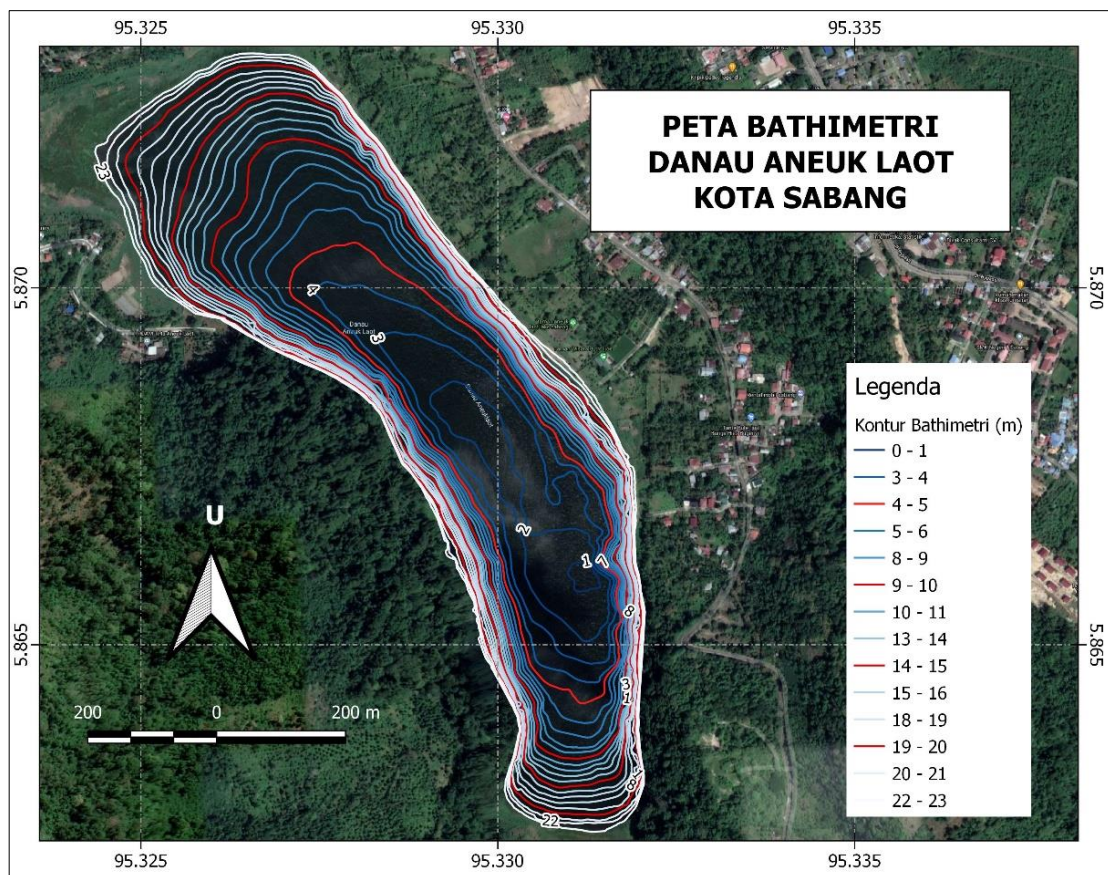
Survei pengukuran morfometri danau perlu dilakukan untuk memperoleh gambaran kondisi fisik perairan danau baik secara vertikal (dimensi bawah permukaan) maupun horizontal (dimensi permukaan) (Hakanson, 1981). Morfometri dihubungkan dengan hampir semua sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologi sebuah danau atau waduk (Wetzel, 2001). Sebagaimana dikutip oleh Muhtadi (2017) morfometri danau mengatur muatan hara, produksi primer dan produksi sekunder dari zooplankton, zoobentos dan ikan (Wetzel dan Liken, 2000). Morfometri danau memiliki pengaruh penting terhadap faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan dalam proses biologis dan kimia danau (Hakanson, 2005). Sebagai contoh, Bezerra-Neto dan Pinto-Coelho (2008) mengutip, volume dan waktu retensi air sangat penting untuk memperkirakan daya dukung dalam produksi ikan, atau untuk mendeteksi nutrien dan bahkan kontaminan yang masuk ke wilayah perairan (Sampaio et al., 2007). Morfometri juga dapat mengindikasikan potensi produksi hayati, serta menentukan tingkat kepekaan terhadap pengaruh beban material dari daerah sekitarnya (Hakanson, 2005; Barroso et al., 2014).



Gambar 12 Parameter morfometri Danau Aneuk Laot

Pada Gambar 12 dapat dilihat nilai besaran parameter morfometri Danau Aneuk Laot berdasarkan hasil pengukuran batimetri 2021. Danau Aneuk Laot memiliki luas wilayah permukaan (A_0) sebesar 39,5 ha atau sama dengan 394.735,4 m² dan memiliki panjang maksimum (L_{max}) sebesar 1331,2 m dan lebar maksimum (W_{max}) 414,1 m.

Danau Aneuk Laot memiliki kedalaman maksimum senilai 22,00 meter. Dengan elevasi dasar danau terdalam adalah +0,99 m di atas permukaan laut, sedangkan elevasi muka air danau adalah +22,90 m di atas permukaan laut. Kontur permukaan dasar Danau Aneuk Laot dapat dilihat pada Gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13 Peta Batimetri Danau Aneuk Laot

Dari Gambar 13 dapat disimpulkan bahwa cekungan dasar Danau Aneuk Laot adalah relatif datar. Hal ini didukung oleh nilai kemiringan rata-rata DAL yaitu ($\bar{S}$) 6,78%. Danau dengan kemiringan lereng dibawah 8% dapat digolongkan dalam kategori datar (Syah dan Hariyanto 2013). Pada kawasan yang landai garis kontur akan berjauhan, begitu pula sebaliknya pada kawasan yang terjal garis kontur akan saling rapat.

Lebih lanjut penjelasan tentang hubungan morfometri dan daya tampung beban pencemaran air DAL akan dibahas pada BAB V.

3.9 Sosial Ekonomi dan Budaya Masyarakat

Danau Aneuk Laot berlokasi di Gampong Aneuk Laot, dengan sebagian kecil daerah tangkapan airnya berada di Gampong Krueng Raya, Kecamatan Sukakarya, Kota Sabang. Gampong Aneuk Laot merupakan Ibukota Kecamatan Sukakarya. Gampong ini terdiri dari empat *Jurong* (lingkungan) yaitu (1) Jurong Putro Ijoe, (2) Jurong Putro Haloh, (3) Jurong Putro Bungsu, dan (4) Jurong Guda Meuh. Gampong Aneuk Laot memiliki luas 449,67 ha (BPS, 2020).

Gampong Aneuk Laot berbatasan dengan sebelah utara dengan Gampong Cot Bau, sebelah selatan dengan Krueng Raya Gunong Labu, Sebelah barat dengan Kota Bawah Timur, dan sebelah timur dengan Gampong Cot Abeuk.

Danau Aneuk Laot memiliki nilai ekonomi yang tinggi bagi masyarakat Gampong Aneuk Laot, yaitu perikanan, perkebunan, peternakan, sumber air baku, dan juga pariwisata. Untuk kegiatan perikanan, pertanian dan peternakan masih dikerjakan secara tradisional. Akan tetapi, tidak banyak industri yang berkembang di sekitar Danau ini. Industri yang dapat ditemukan pada wilayah ini antara lain pengolahan ikan asin, bengkel kendaraan bermotor, rumah makan, dan industri kecil rumahan lainnya.

3.9.1 Kependudukan

Jumlah penduduk Gampong Aneuk Laot pada tahun 2019 adalah 1347 jiwa, laki-laki 682 jiwa dan perempuan 665 jiwa. Kepadatan penduduk di gampong ini adalah 300 jiwa/km² (BPS Kota Sabang 2020). Penduduk Gampong Aneuk Laot bermata pencaharian sebagai pegawai pemerintah, petani, nelayan, pedagang, pelaku wisata, sektor jasa dan industri rumah tangga dan peternakan. Jumlah pengangguran di Gampong Aneuk Laot sebanyak 16 orang dan terdapat fakir miskin sebanyak 132 orang (BPS Kota Sabang 2020).

3.9.2 Kesehatan

Fasilitas kesehatan masyarakat yang ada di gampong Aneuk Laot adalah satu Puskesmas Pembantu Aneuk Laot dan satu Puskesmas kecamatan yaitu Puskesmas Sukakarya. Data yang diterima dari Puskesmas Pembantu Aneuk Laot, jumlah masyarakat yang menderita Diare sebanyak 24 orang, 38 orang menderita penyakit kulit atau gatal-gatal dan 76 orang pasien menderita penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Atas (ISPA) (Pustu Aneuk Laot, 2021). Dari survei sanitasi, didapatkan data 102 Kepala Keluarga (KK) memiliki jamban semi permanen, 5 KK masih berbagi jamban, dan 5 KK masih melakukan praktek buang air besar sembarangan (Dinas Kesehatan 2019).

3.9.3 Pendidikan

Terdapat dua Sekolah Dasar (SD) di Gampong Aneuk Laot yaitu SD Negeri 11 dan SD Negeri 13. Sedangkan untuk sekolah menengah terdapat SMP Negeri 5 dan SMA Negeri 2. Selain itu terdapat SDLB dan SMPLB di gampong ini.

3.9.4 Pertanian

Sempadan DAL saat ini dimanfaatkan oleh masyarakat untuk lahan pertanian khususnya sayuran dan tanaman buah-buahan. Kegiatan pertanian merupakan salah satu sumber pencemar perairan danau yang berasal dari pupuk dan pestisida yang digunakan yang menyebabkan masuknya kandungan nitrat dan fosfat. Limbah yang mengandung unsur nitrogen dan fosfat akan merangsang pertumbuhan fitoplankton atau alga dan meningkatkan produktivitas perairan.



Gambar 14 Lahan Pertanian di Sempadan DAL

Dari hasil survei bersama penyuluh pertanian di Gampong Aneuk Laot, terdapat 19 orang masyarakat yang bertani di sempadan Danau Aneuk Laot, dan tergabung dalam tiga kelompok tani yaitu Sapeu Pakat, Beudoh Beusaree, dan Makmu Gampong. Petani tersebut menggarap lahan pertanian milik pribadi, milik orang lain, dan milik pemerintah daerah di wilayah sempadan Danau Aneuk Laot. Masyarakat menanam tanaman hortikultura dengan metode tumpang sari dengan hasil pertanian yang intensif. Secara khusus, luas lahan pertanian di sempadan DAL dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 6 Data Komoditas dan Luas Pertanian Sempadan DAL tahun 2021

No	Nama Komoditas Pertanian	Luas Lahan (Ha)
1	Pepaya	0,5
2	Kelapa	1,0
3	Rumput Gajah	5,0
4	Timun	0,5
5	Sayuran (terung, sawi, kacang panjang, kangkung, dan lain-lain)	2,0
6	Jagung	1,0
7	Pisang	1,0
8	Kemiri	0,5
Jumlah		11,5

Sumber: Dinas Pertanian dan Pangan Kota Sabang, 2021

Dari data komoditas pertanian tahun 2020 dapat dilihat bahwa sekitar 11,5 Ha lahan di sempadan ditanami oleh rumput gajah, buah-buahan dan sayur-sayuran. Ini artinya sebagian besar (95%) okupasi lahan surutan ini digunakan untuk kegiatan pertanian.

3.9.5 Peternakan

Limbah dari kegiatan peternakan yang ada di sekitar DAL secara langsung dan tidak langsung akan menjadi sumber pencemaran air danau. Hewan ternak menyumbangkan Nitrogen, Fosfor, dan Total Coliform ke perairan danau. Jumlah limbah peternakan yang masuk ke perairan danau berbanding lurus dengan jumlah ternak yang ada di sekitar danau. Saat ini tidak ada kegiatan penanganan limbah di Gampong Aneuk Laot, terutama yang berada di sekitar sempadan.



Gambar 15 Hewan Ternak di Sempadan DAL

Sumber pencemaran dari limbah peternakan dapat dilihat dari jumlah dan jenis ternak yang ada di sekitar danau.

Tabel 7 Jenis dan Jumlah Ternak di Gampong Aneuk Laot

Tahun	Jenis Ternak (ekor)				
	Sapi	Kambing	Ayam Buras	Ayam Ras Pedaging	Itik
2019	57	86	785	550	452
2021	100	115	825	700	225

Sumber: Dinas Pertanian dan Pangan Kota Sabang 2021

Tabel 7 menunjukkan jenis dan jumlah ternak yang ada di gampong Aneuk Laot pada tahun 2019 dan 2020. Jumlah hewan ternak yang ada di Gampong Aneuk Laot meningkat, khususnya jumlah sapi meningkat dari 57 ekor pada tahun 2019 menjadi 100 ekor pada tahun 2021. Walaupun tidak semua hewan ternak di Gampong Laot dilepaskan di Sempadan DAL akan tetapi sapi dan kambing banyak ditemukan di sempadan karena sengaja dibiarkan untuk mencari makan oleh pemiliknya.

3.9.6 Perikanan

Kegiatan perikanan di DAL adalah kegiatan perikanan tangkap. Nelayan di DAL tidak diizinkan untuk memasang keramba jaring apung (KJA) atau kegiatan budidaya lainnya sehingga diasumsikan tidak ada limbah dari kegiatan perikanan yang ada di DAL. Kegiatan perikanan di DAL dikelola dengan hukum adat Panglima Danau yang memiliki aturan yang jelas dalam kegiatan perikanan yang ada di DAL. Panglima DAL juga memiliki peran yang besar dalam menjaga kelestarian DAL.

Tabel 8 Kegiatan Perikanan di Danau Aneuk Laot

Tahun	Jumlah Nelayan	Pukat	Jenis Alat Tangkap		Jumlah Armada Perahu	Tanpa Perahu	Produksi (Kg)				Jumlah (Kg)
			Jala Tebar	Pancing Ulur			Nila	Mujair	Lobster	Gabus	
2018	23	10	6	9	15	18	1800	540	360	720	3420
2020	30	-	7	23	23	7	4760	3700	-	-	8460

Sumber: Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Sabang, 2021

Jumlah nelayan tetap di Danau Aneuk Laot pada tahun 2020 adalah 30 orang yang memiliki perahu dan alat tangkap secara berkelompok maupun pribadi. Selain itu terdapat empat kelompok binaan untuk pengolahan ikan asin yang beranggotakan 40 orang perempuan. Penghasilan masyarakat di Gampong Aneuk Laot sangat bervariasi, namun untuk nelayan dan kelompok pengolah ikan, kesejahteraannya sudah cukup baik dari hasil tangkapan ikan di Danau Aneuk Laot, yaitu sehari pada musim tertentu dapat berkisar 800 ekor ikan atau kira-kira setara 150 kg ikan. Data produksi penangkapan ikan secara detil dapat dilihat di tabel di bawah ini.

Tabel 9 Produksi Penangkapan Ikan di Danau Aneuk Laot

Tahun	Jenis Ikan	Produksi (Kg)	Harga Ikan (Rp)	Nilai Produksi (Rp)
2018	Nila	1.800	25.000	45.000.000
	Mujair	540	25.000	13.500.000
	Lobster	360	40.000	14.400.000
	Gabus	720	25.000	18.000.000
2020	Nila	4.760	25.000	119.000.000
	Mujair	3.700	25.000	92.500.000

Sumber: Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Sabang, 2021

Pada tahun 2018, hasil tangkapan ikan nelayan terdiri dari ikan Nila, Gabus, Mujair, Lele, Ikan Mas, Laohan, Gurami, udang lobster, udang beras, dan pada musim tertentu tertangkap ikan weder. Menurut data dari Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Sabang, jenis ikan yang tertangkap di DAL pada tahun 2020 hanya Nila dan Mujair, sedangkan lobster dan gabus tidak terdata dalam daftar tangkapan di PUD Aneuk Laot pada tahun 2020.



Gambar 16 Perahu nelayan tradisional di DAL

Mayoritas hasil tangkapan pada tahun 2020 adalah Nila karena adanya kegiatan introduksi ikan Nila dan Mas pada tahun 2019 sebanyak 85.900 ekor bibit ikan Nila dan sebanyak 50.000 bibit ikan Mas dari dana aspirasi yang dilakukan oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Sabang. Sedangkan pada bulan November 2019 dilakukan restocking ikan Nilem oleh Balai Perikanan Budidaya Air Tawar (BPBAT) Sungai Gelam Jambi sebanyak 20.000 ekor benih ikan Nilem yang merupakan program unggulan Kementerian Kelautan dan Perikanan RI. Sedangkan untuk lobster dan gabus, kemungkinan ada tertangkap dalam jumlah yang

kecil tetapi tidak dimasukkan ke data tangkapan karena jumlahnya yang kecil dan tidak sering tertangkap lagi.

3.9.7 Kelembagaan Masyarakat

Masyarakat Gampong Aneuk Laot menghargai dan memiliki nilai-nilai dan ikatan sosial yang cukup tinggi. Salah satu penyebabnya karena penduduk Gampong Aneuk Laot sebagian besar berasal dari daerah Montasik dan Lho'nga, Kabupaten Aceh besar, sehingga saling mengenal atau terikat tali keluarga. Interaksi sosial antar masyarakatnya dirasakan sangat baik.

Selanjutnya sistem kehidupan masyarakat di Gampong ini dapat dikelompokkan dalam masyarakat modern, karena mayoritas masyarakat telah menggunakan peralatan elektronik modern, seperti televisi, telepon genggam, lemari pendingin, mesin pendingin ruangan, dan peralatan modern lainnya. Meskipun berada pada kehidupan modern masih terdapat pola-pola kebersamaan dan gotong royong.

Danau Aneuk Laot juga memiliki lembaga adat panglima danau untuk pengelolaan danau. Tugas dari Panglima Danau ini adalah menjalankan hukum adat dan menyelesaikan sengketa yang terjadi dalam wilayah yang dipimpinnya. Panglima Danau Aneuk Laot adalah Tgk. Sulaiman yang dipilih oleh masyarakat adat sejak tahun 2005 berdasarkan Surat Keputusan Keuchik (Kepala Gampong). Saat ini keberadaan Panglima Danau sudah diakui bukan hanya oleh pemerintah daerah tetapi juga oleh Kementerian Perikanan dan Kelautan dan ditetapkan sebagai Kelompok Masyarakat Masyarakat Pengawas (Pokmaswas). Panglima Danau juga menyelesaikan berbagai konflik nelayan secara adat. Berbagai himbauan dan larangan untuk menjaga kelestarian laut disampaikan melalui pamflet yang dipasang di kawasan Danau Aneuk Laot.

IV PERMASALAHAN DANAU

Perumusan masalah ekosistem Danau Aneuk Laot dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan berdasarkan data dan informasi yang tersedia, masukan pemangku kepentingan, dan masyarakat melalui *focus group discussion* (FGD) untuk RP DAL pada tahun 2019. Permasalahan yang telah diidentifikasi kemudian ditelaah untuk mengetahui intensitas masalah, dampak terhadap lingkungan dan kehidupan masyarakat, dan akar masalah. Hasil rumusan masalah kemudian diklasifikasikan menjadi permasalahan lingkungan dan permasalahan kelembagaan, dan sosial ekonomi.

4.1 Permasalahan Lingkungan Danau

Permasalahan lingkungan danau yaitu alih fungsi lahan, perambahan hutan, kerusakan sempadan, penurunan kualitas air, dan perubahan luas muka air DAL.

4.1.1 Alih Fungsi Penggunaan Lahan di Daerah Tangkapan Air

Laju perubahan penggunaan lahan yang terjadi di daerah tangkapan air Danau Aneuk Laot merupakan salah satu faktor penyebab timbulnya permasalahan dan kerusakan ekosistem di wilayah Danau Aneuk Laot dan sekitarnya. Kerusakan yang terjadi akibat perubahan atau alih fungsi lahan di daerah tangkapan air Danau Aneuk Laot dapat diamati dengan menggunakan data penginderaan jauh citra satelit multitemporal. Ketersediaan data citra multitemporal memberi kemudahan dalam memantau kawasan daerah tangkapan air danau sehingga trend peningkatan atau penurunan dari alih fungsi penggunaan lahan dapat dievaluasi dan dilakukan pencegahan dari pengaruh kerusakan yang ditimbulkannya.

Tabel 10 menjelaskan perubahan luas penggunaan lahan yang signifikan terjadi pada DTA Danau Aneuk Laot.

Tabel 10 Alih Fungsi Penggunaan Lahan di DTA Danau Aneuk Laot 2012 - 2021

Penggunaan Lahan	2012 (ha)	2017 (ha)	2019 (ha)	2021 (ha)
Danau	38,52	46,44	40,82	39,67
Dermaga		0,18	0,18	0,20
Hutan Lahan Kering Sekunder	163,86	96,83	80,54	75,61
Kebun Campuran	20,08	81,41	89,85	91,05
Ladang/Tegalan	10,33	3,98	3,98	4,23
Lahan sedang dibangun		0,32		0,51
Lahan terbangun	1,33	2,41	2,43	4,08
Lahan terbuka	2,20	5,34	5,34	2,12
Pemukiman	10,41	11,20	15,96	17,80

Semak belukar	27,15	29,10	38,11	40,47
Tambak	0,75	0,74	0,74	1,02
Transportasi	2,09	2,06	2,06	3,24
Rawa	3,29			
Total Luas (ha)	280,00	280,00	280,00	280,00

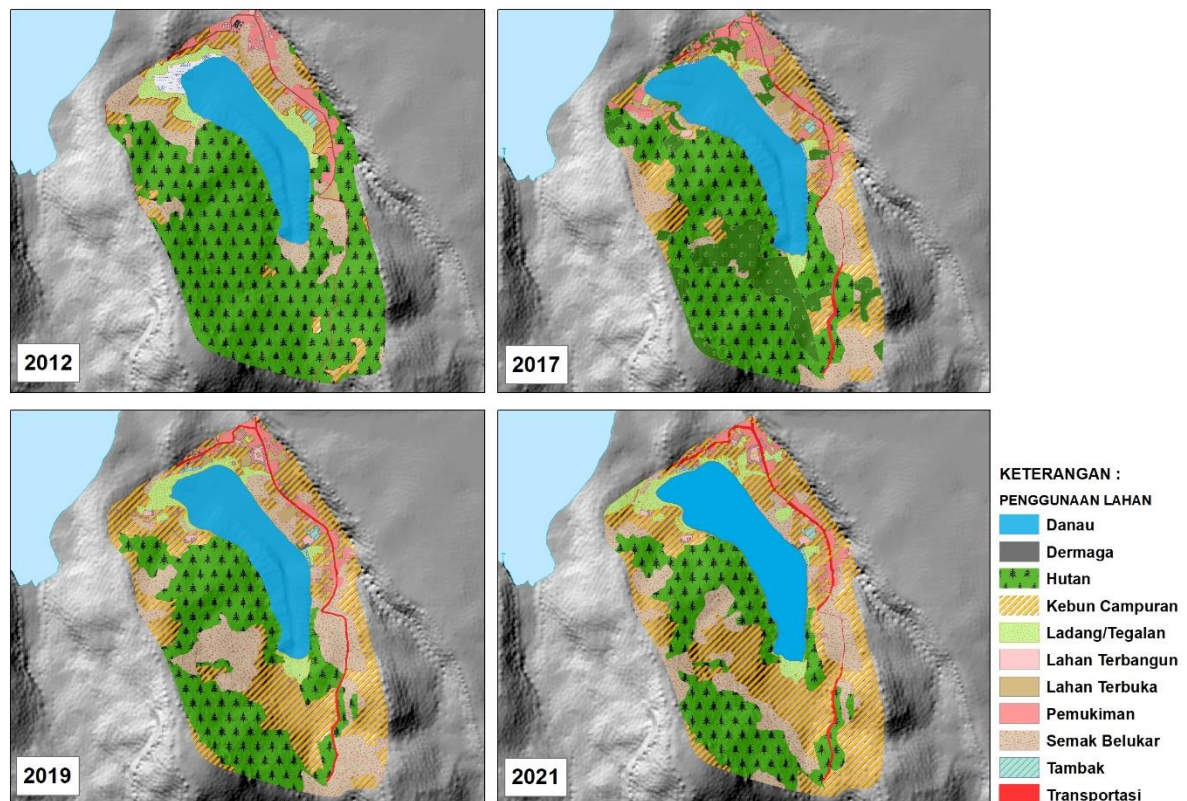
Sumber : Hasil Analisis Data Spasial, 2021

Pada tahun 2012 hingga 2021 telah terjadi peningkatan luas lahan untuk penggunaan kebun campuran (bertambah seluas 70,97 ha), lahan terbangun (bertambah seluas 2,75 ha), semak belukar (bertambah seluas 13,32 ha), tambak (bertambah 0,27 ha), akses jaringan jalan (1,15 ha) dan pemukiman (bertambah seluas 7,39 ha), sedangkan penggunaan lahan yang mengalami penurunan luas lahan adalah hutan lahan kering sekunder (berkurang seluas 88,25 ha), rawa (berkurang seluas 3, 29 ha), lahan terbuka (berkurang seluas 0,08 ha) dan ladang/tegalan (berkurang seluas 6,10 ha). Dengan terjadinya alih fungsi penggunaan lahan di DTA Danau Aneuk Laot akan berdampak pada penurunan fungsi ekologi dan nilai manfaat jasa ekosistem yang dapat diberikan oleh Danau Aneuk Laot kepada lingkungan sekitarnya.

4.1.2 Perambahan Hutan

Perambahan hutan dilakukan dengan penebangan pohon untuk dimanfaatkan kayunya. Pohon-pohon ditebang tanpa dipikirkan akibat yang ditimbulkan dari penebangan pada kawasan DTA Danau Aneuk Laot tersebut. Selain itu, perambahan hutan juga membuka lahan dengan cara menebang dan membakar hutan untuk dijadikan tempat bercocoktanam. Setelah lahan dirasakan tidak produktif lagi maka mereka akan berpindah mencari lahan baru untuk dibuka kembali. Analisis citra satelit Pleiades dan SPOT 7 memperlihatkan bahwa tutupan lahan hutan di DTA Danau Aneuk Laot mengalami penurunan luas yang signifikan dari tahun 2012 hingga 2021 sebesar 88,25 ha, dan ditandai dengan bertambahnya luas kebun campuran sebesar 70,97 ha serta semak belukar sebesar 13,32 ha.

Gambar 17 memperlihatkan Alih fungsi lahan hutan menjadi lahan non-hutan hasil interpretasi penggunaan lahan di DTA Danau Aneuk Laot selama periode 2012 -2021. Danau Aneuk Laot mengalami penurunan luas yang signifikan dari tahun 2012 hingga 2021 sebesar 88,25 ha, dan ditandai dengan bertambahnya luas kebun campuran sebesar 70,97 ha serta semak belukar sebesar 13,32 ha. Alih fungsi lahan hutan menjadi lahan non-hutan pada wilayah ini terbilang cukup besar dengan laju mencapai 8,83 ha pertahun atau sekitar 3,15 % luas wilayah DTA pertahunnya. Bahkan pada tahun 2019, luas kebun campuran lebih besar dibandingkan dengan luas hutan.



Gambar 17 Perubahan Penggunaan Lahan di DTA DAL Tahun 2012 – 2021

Alih fungsi lahan hutan menjadi lahan non-hutan mengakibatkan DTA Danau Aneuk Laot berada dalam posisi terancam mengalami kerusakan. Indikasi yang terjadi akibat alih fungsi lahan hutan menjadi non-hutan dapat berupa kekritisian lahan dan terjadinya erosi yang mengakibatkan bencana longsor atau banjir luapan. Lahan hutan yang telah dikonversi ini berada dalam kawasan hutan lindung, dimana seharusnya kawasan ini dilindungi undang-undang dan tidak diperbolehkan untuk dikonversi.

4.1.3 Erosi

Erosi tanah memberikan konsekuensi ekologi dan ekonomi yang sangat penting, diantaranya erosi permukaan (*surface erosion*) yang menyebabkan menipisnya lapisan *top-soil* dan berdampak pada merosotnya produktivitas lahan dan meningkatnya muatan sedimen (*sediment loads*). Dalam kondisi alami, laju erosi tanah adalah sebanding dengan laju pelapukan dan pembentukan tanah. Namun jika kondisi lingkungan terganggu maka terjadi percepatan erosi (*accelerated erosion*) yang sangat merusak dan memerlukan usaha dan biaya yang besar untuk mengendalikannya.

Erosi yang terjadi di Kawasan DTA Danau Aneuk Laot dapat disebabkan oleh faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam yang mempengaruhi erosi adalah erodibilitas tanah (kepekaan tanah terhadap erosi), kelerengn, dan iklim. Faktor aktivitas masyarakat di

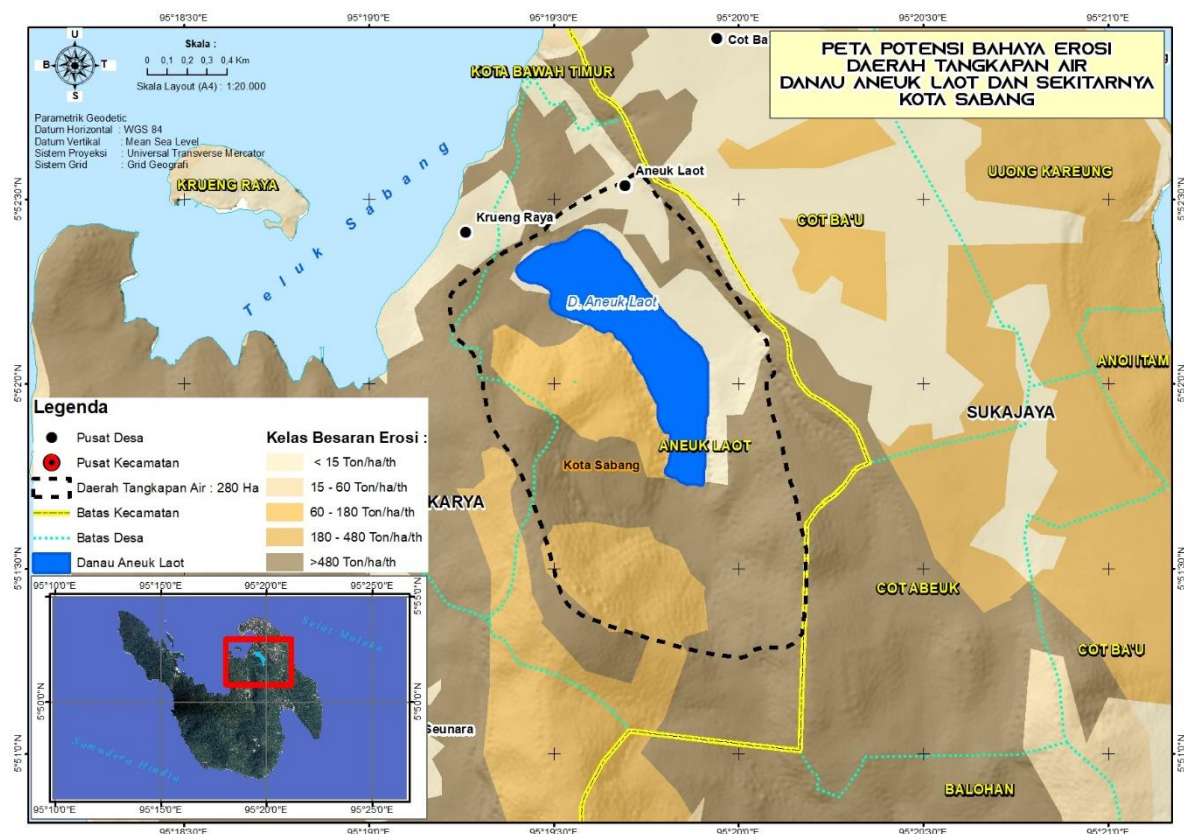
Kawasan DTA Danau Aneuk Laot juga berbanding lurus dengan peningkatan laju erosi. Hal ini disebabkan oleh pemanfaatan lahan yang tidak sesuai peruntukannya serta pengelolaan lahan yang tidak menggunakan kaidah konservasi tanah dan air.

Peningkatan kebutuhan hidup juga mendorong masyarakat di sekitar Danau Aneuk Laot untuk mengusahakan pertanian lahan kering di lereng-lereng DTA Danau Aneuk Laot yang rentan erosi. Pada dasarnya, tipe penggunaan lahan memiliki pengaruh sangat besar terhadap tingkat bahaya erosi. Makin jarang vegetasi pada suatu penggunaan lahan, maka potensi erosi lahannya semakin tinggi. Data luas lahan dan kelas potensi bahaya erosi di DTA Danau Aneuk Laot disajikan pada Tabel 11 dan Peta Potensi Bahaya Erosi di DTA Danau Aneuk Laot dan sekitarnya disajikan pada Gambar 18.

Tabel 11 Laju Erosi pada Daerah Tangkapan Air Danau Aneuk Laot

Kelas Besaran Erosi	Kehilangan Tanah (ton/ha/tahun)	Luas (ha)	Persentase (%)	Keterangan
I	<15	76,50	27,32	Sangat ringan
III	60 – 180	38,64	13,80	Sedang
IV	180 – 480	33,77	12,06	Berat
V	>480	131,08	46,82	Sangat berat

Sumber: Analisis Spasial Data Erosi Lahan, BPDAS Krueng Aceh, 2019



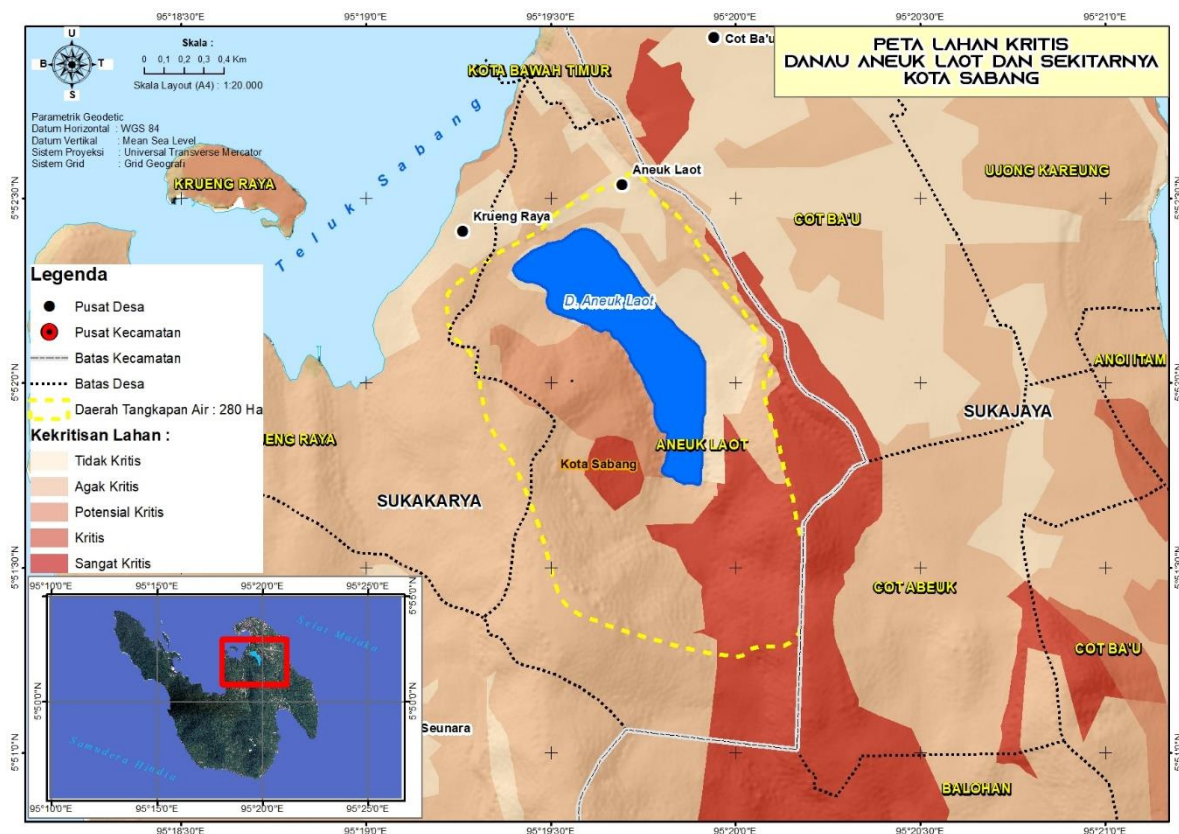
Gambar 18 Peta Potensi Bahaya Erosi DTA Danau Aneuk laot dan Sekitarnya

Hasil analisis laju erosi menunjukkan bahwa DTA Danau Aneuk Laot mempunyai potensi bahaya erosi pada 4 kelas, yaitu sangat ringan, sedang, berat, dan sangat berat, sedangkan kelas potensi bahaya erosi ringan berada diluar DTA Danau Aneuk Laot, tepatnya di desa Cot Abeuk, Desa Balohan dan sebagian Desa Cot Ba'u. Pada DTA Danau, potensi bahaya erosi sangat berat memiliki luas paling besar yakni 131,08 ha atau menempati sekitar 47% dari luas keseluruhan DTA Danau. Potensi erosi sangat berat ini berada pada kelerengan > 40% di sebelah barat dan selatan DTA yang sebagian besar penggunaan lahannya berupa semak belukar, kebun campuran dan hutan sekunder. Potensi bahaya erosi berat berada disebelah barat danau, yaitu bukit yang bersisian langsung dengan Danau Aneuk Laot. Dengan kemiringan lereng antara 25 – 40 % dan luas mencapai 33,77 ha atau sekitar 12,06% dari luas DTA, kawasan ini termasuk memiliki risiko yang tinggi mempengaruhi ekosistem danau.

Jika alih fungsi lahan pada kedua kawasan potensi ini terjadi secara masif, maka ancaman terjadinya longsor pada tebing Danau Aneuk Laot tidak terelakkan lagi, dan berakibat pada pendangkalan muka air danau di kemudian hari. Pendangkalan muka air danau akan menyebabkan volume air berkurang dan berpengaruh pada menurunnya daya dukung (kapasitas) danau sebagai salah satu sumber air minum bagi penduduk di Kota Sabang

4.1.4 Peningkatan Luas Lahan Kritis

Sejalan dengan waktu dan pertambahan penduduk, kebutuhan lahan terus meningkat. Tekanan kebutuhan penduduk terhadap lahan menyebabkan pemanfaatan lahan melampaui daya dukung dan kemampuannya sehingga terjadi kelelahan tanah (*soil fatigue*) dan kerusakan lahan. Lahan kritis adalah lahan yang karena tidak sesuai penggunaan tanah dan kemampuannya, telah mengalami atau dalam proses kerusakan fisik-kimia-biologi, yang akhirnya membahayakan fungsi hidrologi, produksi pertanian, pemukiman dan kehidupan sosial ekonomi. Hasil Analisis kekritisan lahan menunjukkan terdapat 55,49 ha lahan dengan kondisi sangat kritis di Kawasan DTA Danau Aneuk Laot, dengan sebaran tingkat kritis lainnya disajikan pada Gambar 19.



Gambar 19 Sebaran Lahan Kritis di Daerah Tangkapan Air Danau Aneuk Laot

Alih fungsi penggunaan lahan yang telah dijelaskan sebelumnya memperlihatkan penggunaan lahan di Kawasan DTA Danau Aneuk Laot yang tidak memperhatikan aspek kesesuaian lahan dan konservasi tanah disertai faktor alami seperti tingginya curah hujan, kemiringan lereng, dan jenis tanah yang peka terhadap erosi menyebabkan degradasi lahan dan mendorong terbentuknya lahan kritis di Kawasan ini. Tingkat kekritisan lahan di DTA Danau Aneuk Laot disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12 Tingkat Kekritisan Lahan pada Daerah Tangkapan Air Danau Aneuk Laot

No	Tingkat Kekritisan Lahan	Luas (ha)	Persentase Luas Lahan Kritis terhadap Luas DTA Danau Aneuk Laot (%)
1	DTA Danau Aneuk Laot	280	-
2	Danau Aneuk Laot	40,82	-
3	Tidak kritis	39,52	14,11
4	Agak kritis	110,03	39,30
5	Potensial kritis	34,13	12,19
6	Sangat kritis	55,49	19,82

Sumber: Analisis Spasial Data Erosi Lahan, BPDAS Krueng Aceh, 2019

Tabel 12 menguraikan luas lahan kritis pada setiap tingkat kekritisan lahan di DTA Danau Aneuk Laot. Sebagian besar DTA danau disebelah barat dan selatan berada pada kondisi agak kritis dengan luas mencapai 110,03 ha atau sekitar 40% dari luas DTA. Kawasan ini memiliki karakteristik fisik lahan dengan kemiringan lereng > 25%, memiliki potensi bahaya erosi yang tinggi serta diikuti dinamika perubahan penggunaan lahan yang tinggi pula.

Lahan kritis tersebut tidak dapat berfungsi secara baik sesuai dengan peruntukannya sebagai media produksi maupun sebagai media tata air bagi keberlangsungan Danau Aneuk Laot. Lahan kritis yang dibiarkan begitu saja tanpa pengelolaan yang tepat akan mempengaruhi ekosistem Danau Aneuk Laot. Manajemen pengelolaan lahan kritis berbasis masyarakat merupakan sebuah pendekatan baru sebagai suatu solusi. Dalam manajemen pengelolaan lahan kritis berbasis masyarakat ini, masyarakat diajak secara langsung mulai dari perencanaan, perumusan kebijakan, pelaksanaan dan pemungutan manfaatnya. Pendekatan ini memungkinkan masyarakat dapat menghitung secara langsung dampak secara ekonomi dan lingkungan hidup (konservasi SDA), sehingga dapat meminimalisir dan menekan kerusakan ekosistem di Danau Aneuk Laot dan sekitarnya.

4.1.5 Kerusakan Sempadan

Sempadan danau adalah luasan lahan yang mengelilingi dan berjarak tertentu dari tepi badan danau yang berfungsi sebagai kawasan pelindung danau (Permen PUPR No. 28 Tahun 2015). Sempadan Danau Aneuk Laot telah ditetapkan dalam RTRW Kota Sabang Tahun 2012–2032 dengan luas 24,20 ha. Batas delineasi sempadan ini ditentukan dengan jarak lebih kurang 50–100 m dari batas delineasi muka air danau pada waktu itu (tahun 2012) dengan mengecualikan kawasan hutan lindung. Penggunaan lahan eksisting di kawasan sempadan Danau Aneuk Laot disajikan pada Tabel 13 dan persentase luasan penggunaan lahan disajikan pada Gambar 20.

Tabel 13 Penggunaan Lahan di Kawasan Sempadan Danau Aneuk Laot

Penggunaan Lahan Eksisting (2021)	Luas (Ha)	Persentase terhadap Luas Sempadan Danau Aneuk Laot (%)
Dermaga	0,14	0,58
Kebun Campuran	9,71	40,12
Ladang/Tegalan	2,58	10,66
Pemukiman	3,51	14,50
Pendidikan	2,61	10,79
Perkantoran	0,05	0,21
Rekreasi	0,41	1,69

Semak Belukar	3,89	16,07
Tambak	0,7	2,89
Transportasi	0,6	2,48
Luas Sempadan (Ha)	24,2	-

Sumber: Hasil Interpretasi Citra Satelit SPOT 7 Tahun 2021



Gambar 20 Grafik Persentase Penggunaan Lahan di Kawasan Sempadan DAL

Sempadan Danau Aneuk Laot seharusnya menjadi kawasan lindung yang didalamnya tidak diperbolehkan untuk peruntukkan aktivitas budidaya, kecuali budidaya perikanan yang tidak mengubah dan merusak ekosistem Danau Aneuk Laot.

Kawasan sempadan Danau Aneuk Laot seluas 81,36% dimanfaatkan untuk kebun campuran, ladang, pemukiman, dan semak belukar. Penggunaan lahan yang paling luas di wilayah sempadan Danau Aneuk Laot adalah kebun campuran. Namun yang menjadi perhatian adalah adanya pemukiman sebesar 14,5% dari luasan sempadan. Pemanfaatan ruang Danau Aneuk Laot bagi intensifikasi pertanian dengan pemanfaatan pupuk di daerah tangkapan air Danau Aneuk Laot dan rendahnya curah hujan menstimulasi kenaikan konsentrasi total fosfor yang semakin tinggi, sehingga akan mengancam kelestarian Danau Aneuk Laot, begitupula dengan penambahan luas pemukiman di kawasan sempadan berdampak pada semakin besarnya limbah rumah tangga yang akan mencemari kawasan danau Aneuk Laot.

4.1.6 Okupasi Lahan Surutan Sempadan

Pada kurun tahun 2000 hingga 2021 telah terjadi perubahan luas permukaan Danau Aneuk Laot yang signifikan, yaitu sebesar 7,48 ha pada tahun 2000–2009 dan 6,77 ha pada tahun 2017–2021. Sebagai dampak perubahan luas permukaan Danau tersebut, terbentuknya lahan surutan di sempadan Danau Aneuk Laot. Hal ini akan menimbulkan kerawanan sosial karena memicu konflik antar masyarakat dalam memperebutkan lahan surutan Danau Aneuk Laot. Pada tahun 2019, okupasi lahan surutan di kawasan sempadan Danau Aneuk Laot mencapai luasan 12,13 ha dan bertambah menjadi 12,29 ha di tahun 2021 atau menempati sekitar 50,79% dari luas sempadan. Masyarakat yang memiliki tanah yang berbatasan dengan sempadan Danau menjadikan lahan surutan sebagai bagian dari tanah yang mereka miliki. Lahan surutan tersebut kemudian dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian, peternakan, pariwisata, dan usaha jasa lainnya.

Okupasi terhadap lahan surutan telah memberikan dampak buruk terhadap kualitas perairan Danau Aneuk Laot. Kegiatan pertanian di lahan surutan Danau Aneuk Laot terbukti berkontribusi meningkatkan kadar Nitrogen dan Fosfat yang selanjutnya menyebabkan tingginya tingkat kesuburan perairan DAL. Selain itu, okupasi lahan surutan juga menyulitkan pemerintah untuk melakukan revitalisasi kawasan sempadan Danau Aneuk Laot, karena lahan surutan telah diklaim kepemilikannya oleh masyarakat.

4.1.7 Penurunan Kualitas Air

Penurunan kualitas air dapat tergambar dari status cemaran perairan. Pencemaran perairan akan berdampak pada ketidaksesuaian peruntukkan sumberdaya air. Pemanfaatan air sesuai peruntukannya memiliki standar baku mutu air yang menjadi acuan dalam pengendalian dan pengelolaan sumberdaya air. Baku mutu air danau telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Berdasarkan lampiran VI Peraturan Pemerintah ini terbagi empat kategori golongan air yaitu:

1. Kelas I, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang memper-syaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
2. Kelas II, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

3. Kelas III, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
4. Kelas IV, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Berdasarkan penggolongan air ini, dilakukan kajian mengenai mutu air Danau Aneuk Laot berdasarkan analisis indeks Storet yang tertuang pada Kepmen LH No. 115 Tahun 2003. Indeks storet merupakan metode penentuan status mutu dengan cara membandingkan data kualitas air yang terukur dengan baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan peruntukannya sehingga pengelolaan Danau Aneuk Laot dapat diimplementasikan sesuai dengan peruntukannya.

Tabel 14 Hasil analisis indeks STORET Danau Aneuk Laot

Kelas Mutu Air	Skor Indeks Storet	Status Mutu
I	-94	Tercemar berat
II	-70	Tercemar berat
III	-46	Tercemar berat
IV	-16	Tercemar sedang

Sumber: Data primer 2021

Status pencemaran Danau Aneuk Laot mengalami peningkatan dalam kurun waktu 2 tahun ini. Pada tahun 2019, Danau Aneuk Laot masih memenuhi baku mutu kelas IV sebagai peruntukkan irigasi pertanian namun pada tahun 2021 status mutu air Danau Aneuk Laot mengalami perubahan dalam peruntukannya, kondisi perairan tercemar berat untuk peruntukkan Kelas I, II dan III, sedangkan peruntukkan Kelas IV tergolong tercemar sedang (Tabel 14). Hal ini perlu dilakukan penanganan serius karena mengingat Danau Aneuk Laot menjadi salah satu sumber air baku utama di Kota Sabang.

Sumber pencemaran air Danau Aneuk Laot diduga berasal dari limbah rumah tangga, kegiatan pertanian, perkebunan dan peternakan yaitu terlihat adanya peningkatan signifikan dari kadar Fosfat yang melebihi baku mutu air danau PP No. 22 Tahun 2021. Sumber-sumber cemaran di Danau Aneuk Laot sifatnya tidak satu sumber arah (*non-point source* atau NPS) dikarenakan tidak terdapatnya inlet dan outlet secara jelas sehingga sulit untuk ditentukan sumber secara pasti serta pola sebarannya di perairan. Hasil analisis Indeks Storet (IS) untuk baku mutu Kelas I berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15 Status Mutu Air Kelas I Danau Aneuk Laot berdasarkan Indeks Storet

Parameter	Satuan	BM Kelas 1	Stasiun Pengambilan				Rata-rata	Total Skor IS
			Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV		
Fisika								
Temperatur	°C	Deviasi 3	30	31	32	31	31	0
Transparansi	m	10	0,93	1,05	0,9	1,04	0,98	0
TDS	mg/L	1000	114,3	104,9	100,1	102,9	105,55	0
TSS	mg/L	25	267,5	32,2	61,5	47,8	102,25	-10
Kimia								
pH	-	6,0 - 9,0	8,36	7,85	8,77	8,9	8,47	0
BOD	mg/L	2	6,46	2,88	8,74	4,47	5,63	-20
COD	mg/L	10	229,94	31,94	67,07	49,5	94,61	-20
DO	mg/L	6	3,12	4,67	4,08	5,73	4,4	-20
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/L	-	0,5	0,5	0,4	0,5	0,47	0
Nitrit (NO ₂ -N)	mg/L	-	0,024	0,01	0,009	0,011	0,01	0
Total Nitrogen	mg/L	0,65	0,564	1	0,419	0,517	0,625	-4
Total-P	mg/L	0,01	0,27	0,32	0,3	0,31	0,3	-20
Besi (Fe)	mg/L	0,3	< 0,031	<0,031	<0,031	<0,031	<0,031	0
Timbal	mg/L	0,03	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0
Minyak dan lemak	mg/L	1	<0,145	<0,145	<0,145	<0,145	<0,145	0
Deterjen	mg/L	0,2	<0,072	<0,072	0,082	<0,072	<0,074	0
Daya Hantar Listrik (DHL)	mS/cm	-	0,241	0,221	0,209	0,219	0,222	0
Ammonia (NH ₃ -N)	mg/L	-	0,04	0,49	0,01	0,006	0,136	0
Sulfida (H ₂ S)	mg/L	-	0,008	0,004	0,006	0,003	0,005	0
Biologi								
E Coliform	APM/100 ml	100	34	34	34	4	26,5	0
Total Coliform	APM/100 ml	1000	240	540	350	12	285,5	0
Total Skor								-94

Berdasarkan Tabel 15 terlihat adanya beberapa parameter yang telah melebihi baku mutu air danau berdasarkan PP Nomor 22 tahun 2021 yaitu parameter TSS (*Total Suspended Solid*), BOD-5, COD, DO, Total nitrogen dan Total Fosfat. Parameter-parameter ini mengindikasikan bahwa Danau Aneuk Laot mendapatkan masukan beban bahan organik dan anorganik yang tinggi.

Tingginya nilai TSS diduga berasal dari lumpur suspensi dan detritus sisa gulma air yang membusuk sehingga tingkat kekeruhan meningkat dan tingkat kecerahan yang rendah. TSS

merupakan material padatan dalam perairan yang tersuspensi berupa zat organik maupun anorganik (Fathiyah *et al.*, 2017). Nilai kecerahan Danau Aneuk laot berkisar 0,9 – 1,05 m. Menurut Tatangindatu *et al.* (2013) bahwa tingkat kecerahan yang baik untuk perairan danau ialah 2 meter. Tingginya kadar TSS di perairan akan mengakibatkan terhambatnya intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam kolom perairan sehingga berpengaruh terhadap proses fotosintesis, biodiversitas biota dan terganggunya perkembangan plankton.

Kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) Danau Aneuk Laut melebihi baku mutu berdasarkan PP No.22 Tahun 2021. Tingginya kadar BOD dan COD serta menurunnya nilai DO (*Oxygen Demand*) menunjukkan adanya peningkatan kadar pencemar oleh limbah. Aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik menggunakan oksigen terlarut baik secara kimia ataupun biologi (Santoso, 2018). dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme akan menaikkan kadar BOD dan COD yang mengakibatkan menurunnya kadar DO. Kadar oksigen terlarut (DO) perairan Danau Aneuk Laot berkisar 3,15 – 5,73 mg/l. Nilai DO ini masih baik untuk ikan dan biota, namun telah melebihi baku mutu air untuk kelas I sebagai air baku air minum. kadar pencemar yang tinggi diduga bersumber dari limbah domestik, pertanian, peternakan dan limpasan (*run-off*).

Total Nitrogen (TN) dan Total Fosfat (TP) merupakan unsur hara yang dibutuhkan organisme dalam proses fotosintesis. Keberadaan TN dan TP menjadi sumber nutrisi utama bagi pertumbuhan plankton, alga dan mikroorganisme nabati lainnya sehingga terjadi peningkatan populasi secara massal pada permukaan air. Hal ini memberi dampak terhadap rendahnya penetrasi cahaya yang masuk ke perairan. Kadar total posfat perairan Danau Aneuk Laot berkisar 0,27 – 0,32 mg/l, nilai ini sudah melebihi baku mutu air danau yang hanya bernilai 0,01 mg/l. Tingginya nilai TP mengindikasikan bahwa Danau Aneuk Laot telah mengalami eutrofikasi.

Keberadaan TF di Danau Aneuk Laot dapat bersumber dari buangan limbah rumah tangga, limbah pertanian, limbah ternak dan hasil pembusukan tumbuhan air. Kondisi ini jika terus berlanjut dikhawatirkan akan menyebabkan ledakan populasi plankton yang akan berdampak pada biota perairan lainnya. Biota air seperti ikan, benthos akan kekurangan oksigen terlarut karena tertutupnya permukaan perairan oleh plankton, selain itu dengan tingginya kadar Fosfat akan memicu tumbuhnya tumbuhan air yang tinggi pula.

Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar TF yaitu dengan cara mengontrol limbah yang masuk keperairan dengan memperluas vegetasi riparian Danau sehingga limbah dari *run off* dapat terserap oleh akar-akar tumbuhan riparian tersebut.

Agustina dan Arisoesilaningsih (2013) menyatakan bahwa tumbuhan riparian dapat berfungsi sebagai fitoremediasi. Pengelolaan dan pelestarian tumbuhan riparian diperlukan untuk mengembalikan fungsinya dalam peningkatan kualitas air. Tumbuhan riparian secara umum tersusun dari pepohonan hutan, tetapi juga mencakup tipe tumbuhan lain seperti semak belukar (Salemi et al. 2012).

4.1.8 Status Trofik Danau Aneuk Laot

Status trofik merupakan indikator tingkat kesuburan suatu perairan yang dapat diukur dari unsur hara (nutrien) dan tingkat kecerahan serta aktivitas biologi lainnya yang terjadi di suatu badan air (Shaw *et al.*, 2004; Leitão, 2012). Penggolongan status trofik meliputi hipertrofik, eutrofik, mesotrofik, oligotrofik serta distrofik (Welcomme, 2001, Wetzel, 2001, Jorgensen, 1980). Namun secara garis besar dikenal 3 kategori yaitu eutrofik, mesotrofik dan oligotrofik. Gambaran status trofik suatu perairan dapat diperoleh salah satunya dengan menghitung konsentrasi total fosfor (zat penting bagi pertumbuhan alga), konsentrasi klorofil a (gambaran jumlah kehadiran alga di perairan) serta tingkat kecerahan air. Klorofil-a merupakan salah satu parameter indikator yang baik untuk melihat tingkat kesuburan perairan yang berhubungan dengan kandungan plankton (alga). Kandungan plankton (alga) merupakan bagian alami dari sistem dinamik suatu danau (Radiarta & Sagala, 2011).

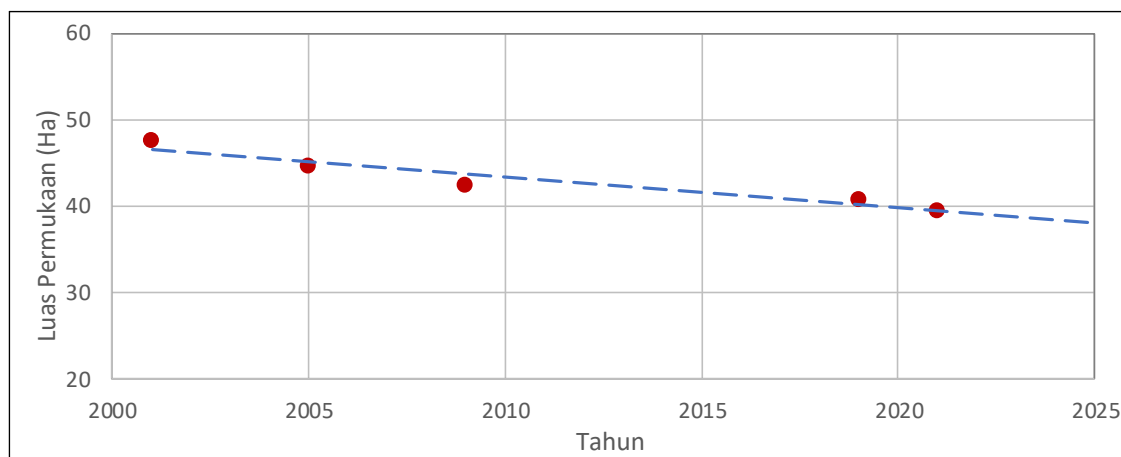
Status trofik Danau Aneuk Laot tergolong eutrofik – hipereutrofik berdasarkan analisis indeks TRIX dengan nilai 6,52. Komponen yang digunakan dalam indeks TRIX ini adalah parameter yang terkait dengan proses eutrofikasi yaitu total nitrogen (mg/m^3), total fosfat (mg/m^3), oksigen saturasi (%) dan klorofil-a (μL). Damar (2003) mengklasifikasikan batas nilai indeks TRIX sebagai berikut: $\text{TRIX} < 2$ = oligotrofik; $2 \leq \text{TRIX} < 4$ = mesotrofik; $4 \leq \text{TRIX} < 6$ = eutrofik; $\text{TRIX} \geq 6$ = hipereutrof. Perairan Danau Aneuk Laot memiliki tingkat kesuburan yang tinggi yaitu terlihat dari kandungan nutrient (Nitrogen dan Fosfor) yang tinggi. Hal ini terlihat juga dari kepadatan tumbuhan air di sekeliling danau menunjukkan bahwa kandungan nutrient dalam perairan masih sangat tinggi. Kesuburan perairan memiliki korelasi erat terhadap status trofik dan sangat memungkinkan untuk dijadikan sebuah indikator penunjuk status trofik (Tammi *et al.*, 2015).

Kesuburan perairan Danau Aneuk Laot yang sangat tinggi ini dipengaruhi oleh tingginya kegiatan antropogenik berupa limbah rumah tangga, limbah pertanian, kotoran ternak dan dekomposisi bahan organik dari hasil pembusukan tumbuhan air. Limbah-limbah ini akan meningkatkan konsentrasi klorofil-a, sehingga dapat dijadikan petunjuk dalam menentukan status trofik suatu perairan. Berdasarkan hasil pengukuran klorofil-a Danau Aneuk Laot berkisar $4,54 - 11,01 \mu\text{g/l}$. nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil pengukuran pada

tahun 2019 yaitu sebesar 2,84 – 5,88 $\mu\text{g/l}$. Dalam kurun waktu dua tahun Danau Aneuk Laot terus mengalami eutrofikasi dan peningkatan status trofik.

4.1.9 Perubahan Luas Muka Air Danau Aneuk Laot

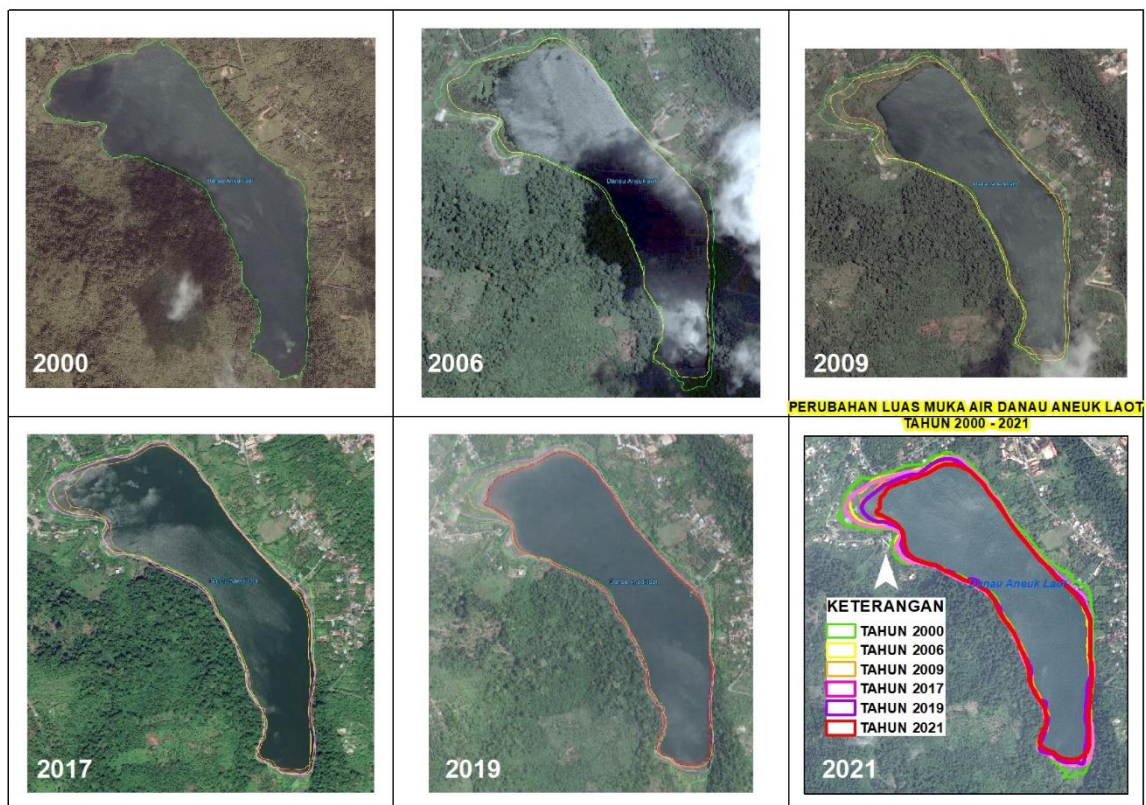
Danau Aneuk Laot memiliki luas permukaan $\pm 476.350 \text{ m}^2$ pada tahun 2001 (BRR 2006). Namun berdasarkan survei batimetri pada tahun 2021 diketahui bahwa angka ini menurun cukup signifikan menjadi 394.735 m^2 . Perubahan luas muka air Danau Aneuk Laot selama kurun waktu 2001–2021 ditunjukkan pada Gambar 21 di bawah ini.



Gambar 21 Perubahan luas permukaan Danau Aneuk Laot (2001-2021)

Dari Gambar 21 dapat diperkirakan bahwa selama 20 tahun terakhir luas permukaan Danau Aneuk Laot mengalami kecenderungan (*trend*) menurun sebesar 0,35 Ha/tahun. Pada tahun 2000 DAL memiliki luas permukaan $\pm 499.581,29 \text{ m}^2$, dan pada tahun 2005 menurun menjadi $\pm 446.389,59 \text{ m}^2$ (Edyanto 2006). Angka tersebut diprediksikan hingga tahun 2025 akan terus menurun.

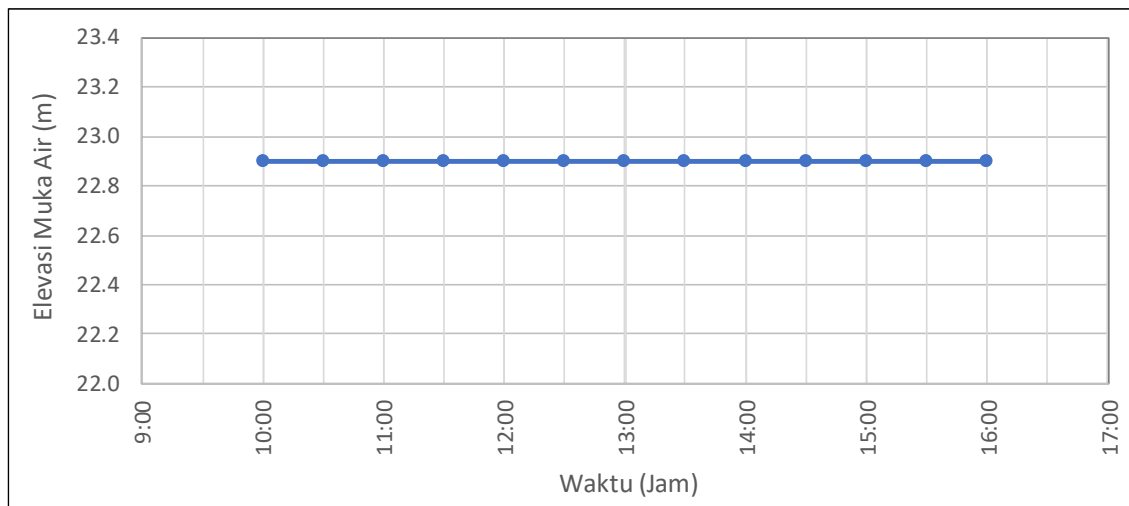
Edyanto (2006) menyebutkan bahwa Danau Aneuk Laot tidak memiliki inlet dalam bentuk aliran sungai, akan tetapi memiliki *outlet* dalam bentuk rembesan dan aliran air melalui celah atau rengkahan batuan dasar danau. Adanya kemungkinan bertambah besarnya rembesan air melalui celah tersebut sebagai akibat dari adanya gempa tektonik pada tahun 2004 sangat memungkinkan terjadinya penyusutan besaran volume air dan/atau penurunan luas wilayah permukaan Danau Aneuk Laot. Penurunan luas permukaan Danau Aneuk Laot dari tahun 2000 hingga 2021 dapat digambarkan secara visual sebagai berikut.



Gambar 22 Perubahan Muka Air DAL dari Tahun 2000 – 2021 berdasarkan Pengamatan Citra Satelit

Dari Gambar 22 terlihat jelas penyusutan yang cukup signifikan pada luas permukaan Danau Aneuk Laot dari tahun ke tahun. Studi Geoinvestigasi DAL tahun 2006 yang dilakukan oleh BRR NAD-Nias dan BPPT menunjukkan bahwa penurunan muka air Danau Aneuk Laot dapat dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu: (a) penurunan jumlah curah hujan tahunan pada kurun waktu 2000-2006, (b) pengambilan air Danau Aneuk Laot dengan cara pemompaan langsung oleh PDAM, dan (c) kecenderungan meningkatnya konsumsi air oleh masyarakat.

Namun berdasarkan hasil pengukuran pasang surut muka air danau yang dilakukan selama dua hari, yaitu pada tanggal 8 sampai 9 Juni 2021, diperoleh informasi bahwa level muka air DAL dalam kurun waktu dua hari tersebut adalah relatif tetap, sebagaimana ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 23 Elevasi muka air Danau Aneuk Laot selama pengukuran batimetri 2021

Dapat dilihat pada Gambar 23 tidak ada perubahan ketinggian muka air danau selama pengukuran batimetri berlangsung. Tinggi muka air Danau Aneuk Laot tercatat relative tetap pada elevasi +22.90 meter . Hal ini dapat disebabkan karena selama pengukuran tidak ada *inflow* atau *outflow* debit yang cukup signifikan untuk menaikkan atau menurunkan tinggi muka air danau.

4.2 Permasalahan Kelembagaan dan Sosial Ekonomi

Permasalahan yang bersifat kelembagaan dan sosial ekonomi adalah masalah-masalah yang menjadi penyebab upaya pengelolaan, perlindungan, atau pemulihan ekosistem danau terhambat atau tidak optimal. Secara khusus pada kajian DTBPA ini, masalah-masalah ini mempengaruhi jumlah beban pencemaran DAL apabila tidak segera diselesaikan. Permasalahan kelembagaan dan sosial ekonomi di Danau Aneuk Laot adalah sebagai berikut:

- Belum adanya peraturan atau regulasi daerah tentang pengelolaan dan pelestarian kawasan Danau Aneuk Laot
- Belum adanya Lembaga Pengelola Danau Aneuk Laot
- Lemahnya pengendalian rencana tata ruang, terutama di sekitar Danau Aneuk Laot
- Keterbatasan data dan informasi berkaitan dengan pengelolaan DAL
- Masih adanya *klaim* kepemilikan tanah masyarakat di kawasan sempadan Danau Aneuk Laot
- Adanya kegiatan masyarakat di sekitar Danau Aneuk Laot yang tidak ramah lingkungan (pertanian, peternakan, pembuangan limbah domestik/rumah tangga)
- Lemahnya peran serta masyarakat dalam pelestarian/penyelamatan ekosistem Danau Aneuk Laot

V DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN DAN PROGRAM PENGENDALIAN BEBAN PENCEMARAN AIR DANAU ANEUK LAOT

5.1 Karakteristik Morfometri dan Hidrologi Danau Aneuk Laot

Karakteristik morfometri danau meliputi parameter morfologi dan parameter hidrologi danau. Parameter – parameter morfometri Danau Aneuk Laot diperoleh dari hasil survei pengukuran batimetri. Berdasarkan besaran parameter morfometri inilah perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Aneuk Laot dilakukan (uraian perhitungan dapat dilihat di lampiran 1). Hasil perhitungannya ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 16 Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Aneuk Laot

No.	Parameter Morfometri Danau	Nilai
1	Panjang maksimum (Lmax)	1331,2 m
2	Panjang efektif (Le)	1331,2 m
3	Lebar maksimum (Wmax)	414,4 m
4	Lebar efektif (We)	414,4 m
5	Luas permukaan (Ao)	39,5 Ha
6	Lebar rata-rata ($\bar{W}$)	296,5 m
7	Panjang garis pantai (SL)	3.265,0 m
8	Indeks perkembangan garis tepi (SDI)	2,93
9	Kedalaman rata-rata ($\bar{Z}$)	13,08 m
10	Kedalaman maksimum (Zmax)	21,9 m
11	Kedalaman relatif (Zr)	8,38 %
12	Kemiringan rata-rata ($\bar{S}$)	6,78 %
13	Perkembangan volume danau (VD)	1,79
14	Volume total air danau (V)	5.162.442,4 m ³
15	Debit (Q)	167 Liter/detik
16	Laju pergantian air (ρ)	1,02 / tahun
	DTBPA Total	
17	Total P	250 μ g/L
18	Fosfor total yang tinggal Bersama sedimen (R)	0,57 mg/L
19	Daya tampung limbah per satuan luas (L)	7,75 g P/m ² .tahun
20	Daya tampung limbah P di perairan danau (La)	3063,25 kg P / tahun

Berdasarkan tabel 16, karakteristik morfologi Danau Aneuk Laot dapat diuraikan berikut:

- Panjang maksimum (Lmaks) DAL sama dengan panjang efektif (Le) DAL yaitu 1331,2 meter. Besaran Lmaks sama dengan Le dikarenakan tidak terdapatnya pulau di perairan danau tersebut (Muhtadi *et al.*, 2017). Lebar maksimum diperoleh 414,1 meter dan lebar rata – rata 296,5 meter.

- b. Dari hasil pengukuran peta batimetri dapat dihitung luas wilayah permukaan (A) Danau Aneuk Laot yaitu 39,5 Ha atau 394.735,4 m² atau 0,395 km². Menurut Straskraba dan Tundisi (1999) sebagaimana dikutip oleh Muhtadi *et al.*, 2016 Danau Aneuk Laot termasuk dalam klasifikasi danau sangat kecil dengan luas permukaan kurang dari 100 Ha.
- c. Volume tampungan DAL adalah 5,2 juta m³.
- d. Dari hasil perhitungan diperoleh kedalaman rata – rata sebesar 13.08 meter, dengan kedalaman maksimum 21,9 meter.
- e. Indeks perkembangan garis tepi (SDI) DAL diperoleh 2,93. Berdasarkan nilai tersebut (SDI > 1) maka bentuk badan perairan DAL dapat digolongkan tidak beraturan (Muhtadi *et al.*, 2017). Dengan panjang Garis Pantai (SL) atau panjang garis keliling DAL 3.265,0 meter. Panjang garis keliling dan nilai SDI akan menentukan besaran nutrien yang masuk. Semakin besar nilai SL dan SDI maka akan semakin besar pula nutrien yang masuk ke wilayah perairan danau. Menurut Wetzel (2001) seperti yang dikutip oleh Muhtadi *et al.* (2017) produktivitas suatu perairan dapat digambarkan berdasarkan hasil perhitungan nilai SDI, semakin besar nilai SDI semakin subur pula perairan danau tersebut. Tingkat produktivitas perairan danau sangat dipengaruhi oleh semakin tidak beraturannya bentuk danau. Semakin banyak wilayah yang berteluk dan bertemu langsung dengan daratan maka semakin besar pula kemungkinan masuknya nutrien dari daratan ke wilayah perairan.
- f. Nilai kedalaman maksimum (Zmax) DAL adalah 21,9 m. Dari hasil perhitungan kedalaman relatif Danau Aneuk Laot adalah 8.36%. Nilai besaran $Z_r \geq 2\%$ menunjukkan bahwa perairan DAL tidak mudah mengalami pengadukan (Wetzel 2001). Seperti dikutip oleh Muhtadi *et al.* (2016) Aldama *et al.* (2013) dan Barroso *et al.* (2017) menyatakan kualitas air sangat dipengaruhi oleh kedalaman danau. Dengan kedalaman rata – rata ($\bar{Z}$) 13,08, nilai kecerahan Danau Aneuk laot hanya berkisar antara 0,9 – 1,05 meter. Nilai Z dan Z_r yang tinggi menunjukkan bahwa DAL memiliki tingkat stabilitas yang tinggi, sehingga tidak akan mudah mengalami pengadukan.
- g. Perkembangan volume danau (Volume Development / VD) DAL adalah 1,79 (VD>1). Nilai besaran VD dan Z_r yang tinggi menggambarkan bahwa DAL merupakan danau yang dalam dengan cekungan dasar yang relative landai (Barroso *et al* 2014).

Sedangkan karakteristik hidrologi Danau Aneuk Laot diuraikan di bawah ini:

- a. Perkiraan debit aliran yang masuk (inflow) menuju ke Danau Aneuk Laot dari daerah tangkapan hujan didapatkan sebesar $Q = 167 \text{ Liter/detik} = 601,2 \text{ m}^3/\text{jam} = 5.266.512 \text{ m}^3/\text{tahun}$. Pada penelitian ini debit air danau diambil dari nilai rata-rata ketersediaan

debit tahunan daerah tangkapan hujan Danau Aneuk Laot, yang diperoleh dari perhitungan debit dengan metode Mock. Metode Mock merupakan salah satu formula yang dijadikan pedoman dalam menghitung ketersediaan debit suatu DAS sesuai dengan Keputusan Direktorat Jenderal Pengairan Departemen Pekerjaan Umum nomor 71 tahun 1985 tentang Pedoman Perkiraan Tersedianya Air.

- b. Berdasarkan debit yang tersedia dan volume yang ditampung DAL, diperoleh laju pergantian air DAL sebesar 1,02/tahun. Rincian perhitungan dapat dilihat pada lampiran.

Hasil survei pengukuran DAL menunjukkan bahwa dengan kedalaman rata-rata 13,08 m dan luas permukaan 39,5 ha, DAL mampu menampung beban pencemaran sebesar 3.063,25 kg P/tahun. Nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan daya tampung beban pencemaran danau Rawa Pening yaitu sebesar 12.180 kg P/tahun (Machbub *et al*/ 2012), namun jauh lebih besar jika dibandingkan dengan nilai daya tampung beban pencemaran danau Pondok Lapan yaitu 1,98 kg P/tahun (Muhtadi *et al*/2017).

Dengan nilai kedalaman relatif $Z_r \geq 2\%$ Danau Aneuk Laot memiliki tingkat stabilitas stratifikasi yang tinggi sehingga tidak mudah mengalami pengadukan (Wetzel 2001). Nutrien hasil dekomposisi dari zona dekomposisi tidak mudah terdistribusi ke lapisan epilimnion (lapisan pada permukaan perairan danau paling atas) (Wetzel 2001). Namun di sisi lain DAL memiliki bentuk badan perairan yang tidak beraturan (Muhtadi *et al.*, 2017) banyak area yang berteluk dan berhubungan langsung dengan daratan. Hal ini adalah salah satu indikasi bahwa DAL berpotensi mudah tercemar oleh nutrien atau kontaminan yang berasal dari sekitar danau.

5.2 Daya Tampung Beban Pencemaran Air

Daya Tampung Beban Pencemaran Air (DTBPA) merupakan daya ukur kemampuan perairan dalam menerima masukan beban pencemar berdasarkan baku mutu peruntukkan air. Perhitungan daya tampung beban pencemaran perairan danau berkaitan dengan morfologi dan hidrologi danau, serta kualitas air danau (Machbub 2010). Perhitungan dan penetapan DTBPA Danau Aneuk Laot mengacu pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor. 28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Dan/Atau Waduk.

Hasil perhitungan DTBPA Danau Aneuk Laot berdasarkan konsentrasi fosfor dalam bentuk Total Fosfat sebesar 3.063,25 kg P/tahun atau $3,063 \times 10^6$ gP/Tahun (Tabel 16). Nilai ini merupakan besaran beban pencemar maksimal yang masih dapat diterima oleh perairan DAL. Apabila kadar fosfor melebihi nilai daya tampung tersebut maka kondisi ini dikatakan

sudah tercemar karena konsentrasi fosfor sudah sangat tinggi sehingga badan air tidak mampu menerima beban Fosfor tersebut. Juantari *et al.* (2013) melaporkan jika dalam satu tahun terdapat kadar P yang lebih besar daripada beban maksimalnya, maka bagian waduk tersebut sudah dalam keadaan tercemar oleh nutrien.

Hal yang sama juga akan terjadi pada DAL jika tidak adanya penanganan serius terhadap masukan sumber fosfat di perairan. Kondisi ini terlihat dari kadar Fosfat perairan Danau Aneuk Laot yang telah melewati baku mutu air Danau yaitu berkisar 0,27 – 0,32 mg/l. Nilai ini mengartikan bahwa Danau Aneuk Laot telah tercemar bahan organik dan melebihi daya dukung perairan.

Danau Aneuk Laot memiliki laju pergantian air yang sangat rendah yaitu sebesar 1,02/tahun dengan debit air 167 Liter/detik setara 0.167 m³/detik serta tidak memiliki inlet dan outlet. Nilai ini menunjukkan bahwa waktu tinggal air Danau Aneuk Laot sangat lama yang disebabkan oleh debit air keluar danau tersebut sangat kecil. Laju pergantian air atau waktu tinggal air yang lama akan berpengaruh terhadap kandungan bahan organik di Danau Aneuk Laot sehingga bahan organik yang terakumulasi akan menetap lebih lama sehingga berakibat pada meningkatnya pertumbuhan tanaman air, peningkatan parameter TSS, BOD, COD dan mengurangi ketersediaan kadar oksigen terlarut.

Apabila kondisi ini terus berlanjut akan menimbulkan pendangkalan danau, tingkat pencemaran tinggi serta biodiversitas danau akan menurun. Sementara itu, beberapa danau lain seperti Danau Limboto sudah tercemar ringan (Suryono *et al.* 2010), Waduk Sutami sudah tercemar dalam tingkat sedang hingga parah, baik itu di lokasi hulu maupun hilir (Juantari *et al.* 2013), Danau Siombak telah tercemar ringan (Muhtadi *et al.* 2016). Oleh karena itu perlu dilakukan pengelolaan yang terintegrasi mengingat danau Aneuk Laot merupakan sumberdaya air utama untuk kebutuhan air minum.

5.3 Potensi Beban Pencemaran Daerah Tangkapan Air

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Pencemaran lingkungan merupakan masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Pencemaran lingkungan terjadi karena adanya sumber pencemaran di sekitar DAL sehingga sumber pencemaran ini harus diidentifikasi.

Sumber pencemaran di DAL bukan berasal dari sumber tunggal yang dapat teridentifikasi atau biasa di sebut *non point source* (NPS). Sumber pencemaran non point adalah sumber pencemar tersebar (*diffuse*) atau bukan titik yang bukan berasal dari sumber tunggal

teridentifikasi. Umumnya NPS dibawa oleh air larian (*runoff*) pada saat atau setelah terjadinya hujan. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran di DAL, sumber pencemaran berasal dari limbah domestik, limbah ternak, limbah pertanian, dan sumber limbah lain yang tidak dapat teridentifikasi di sekitar sempadan dan DTA DAL.

Aplikasi pestisida dalam kegiatan pertanian serta pengolahan pascapanen tak jarang berakibat terjadinya pencemaran air melalui badan air. Residu pestisida yang mencemari air, sama halnya dengan proses pencemaran tanah. Residu pestisida tersimpan dalam tanah dan diangkut oleh air ke badan-badan air. Pembuangan limbah domestik, misalnya, sisa deterjen hasil cucian dan masuk ke badan air. Limbah domestik dalam hal ini diartikan sebagai limbah yang bukan dari industri.

Untuk melihat sumber pencemaran di DAL digunakan parameter kualitas air yaitu BOD, COD, TSS, dan Fosfat (P). Pengujian terhadap kandungan oksigen dalam air yang lazim untuk mengukur tingkat pencemaran air adalah BOD dan COD. Parameter-parameter ini diharapkan dapat menggambarkan banyaknya atau kuantitas polutan yang dihasilkan dari sumber-sumber pencemar yang ada di DAL.

BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen (mg) yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan organik dalam satu liter air selama pengeringan (5x24 jam pada suhu 20°C). Sebagai indikator pencemaran, nilai BOD yang tinggi menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan pencemar yang terdapat di dalam satu perairan.

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen (mg) yang dibutuhkan oksidator untuk mengoksidasi bahan/zat organik dan anorganik dalam satu liter air limbah. Makin besar nilai COD, maka makin tinggi pencemaran suatu perairan.

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah jumlah padatan tersuspensi (mg) dalam satu liter air. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang bobot dan ukurannya lebih kecil dari sedimen, tidak larut dalam air dan tidak dapat langsung mengendap. Padatan tersuspensi merupakan penyebab terjadinya kekeruhan air. Makin tinggi nilai TSS, makin tinggi tingkat pencemaran suatu perairan.

Nitrogen (N) memiliki peran penting dalam air karena peranannya dalam reaksi-reaksi biologi perairan. N dalam air bersumber dari limbah pertanian, peternakan, industri dan limbah domestik.

Fosfat (P) jika keberadaannya berlebihan akan menurunkan kualitas suatu perairan. Fosfat berasal dari limbah industri, limbah domestik, limbah pertanian, pelapukan bahan organik,

dan mineral-mineral Fosfat. Peningkatan konsentrasi fosfor dalam suatu perairan menunjukkan adanya bahan pencemar berupa senyawa-senyawa fosfat dalam bentuk organofosfat dan polifosfat.

Pestisida adalah zat kimia dan bahan lain, jasad renik dan virus pada hakekatnya merupakan zat dan atau bahan yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia, kelestarian sumberdaya alam hayati dan lingkungan hidup, tetapi juga dapat memberikan manfaat yang besar bagi masyarakat (KEPUTUSAN MENTERI PERTANIAN NOMOR: 434.1/Kpts/TP.270/7/2001)

Sumber pencemaran Daerah Tangkapan Air (DTA) DAL diasumsikan berasal dari limbah cair domestik, limbah ternak dan limbah Pertanian. Rumus dan perhitungan potensi beban pencemaran yang dilakukan dapat dilihat di lampiran 2-5.

5.3.1 Potensi Beban Pencemaran dari Limbah Cair Domestik

Untuk beban pencemaran dari rumah tangga tanpa IPAL diestimasi dengan cara mengkalikan jumlah penduduk per unit pemetaan dikalikan dengan faktor emisi paramater pencemar tertentu per orang per hari dan koefisien transfer beban.

Tabel 17 Potensi Beban Pencemaran Domestik pada DTA Danau Aneuk Laot

Gampong	BOD kg/orang/hari	COD kg/orang/hari	TSS kg/orang/hari
Aneuk Laot	43,77	60,19	41,58

5.3.2 Potensi Beban Pencemaran dari Peternakan

Beban pencemaran dari peternakan dihitung dengan menggunakan faktor effluent. Data yang diperlukan dalam perhitungan ini adalah jenis dan jumlah ternak. Hasil perhitungan potensi beban pencemaran dari ternak, dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 18 Potensi Beban Pencemaran Ternak pada DTA Danau Aneuk Laot

Jenis Ternak	BOD (kg/ekor/hari)	COD (kg/ekor/hari)	P-Total (kg/ekor/hari)	N-Total (kg/ekor/hari)
Sapi	5,85	14,34	0,01866	0,00326
Kambing	0,78	2,13	0,002645	0,003735
Ayam	0,71	1,70	0,000915	0,00061
Bebek	0,04	0,09	0,000225	0,00004
Total	7,39	18,28	0,02	0,007

5.3.3 Potensi Beban Pencemaran dari NPS Penggunaan Lahan dan Sampah

Perhitungan potensi beban pencemaran air yang bersumber dari aktifitas pertanian, kebun campuran, hutan, dan lahan terbangun diperoleh berdasarkan data luas lahan dari masing-masing aktifitas tersebut.

Tabel 19 Potensi Beban Pencemaran dari NPS dan Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan	BOD (kg/ha/hari)	N-Total (kg/ha/hari)	P-Total (kg/ha/hari)	TSS (kg/ha/hari)	Pestisida (kg/ha/hari)
Kebun Campuran	0,069	0,007	0,0034	0,0039	0,0006
Hutan	70,468	165,737	10,358	-	-
Lahan Terbangun	6,258	7,711	0,224	-	-
Total	76,79	173,45	10,58	0,0039	0,0006

Besarnya sampah yang masuk ke danau diperkirakan dengan menggunakan asumsi bahwa kemampuan pemerintah dan masyarakat dalam menangani sampah tersebut terbatas.

Tabel 20 Potensi Beban Pencemaran dari Sampah yang tidak tertangani

Sumber	BOD (kg/orang/hari)	COD (kg/orang/hari)	TSS (kg/ha/hari)
Sampah	0,593	0,815	0,563

5.3.4 Total Beban Pencemaran Air

Total beban pencemaran air berbasis DAS dan administrasi merupakan hasil penjumlahan beban pencemaran industri, domestik, peternakan, pertanian, NPS dan Sampah.

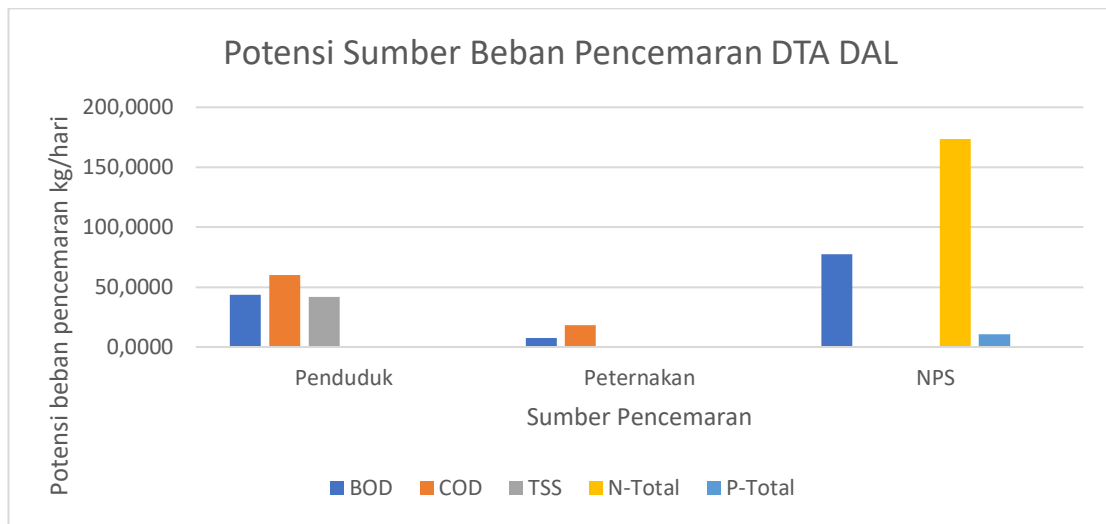
Tabel 21 Total Potensi Beban Pencemaran Air

Sumber	BOD (kg/hari)	COD (kg/hari)	TSS (kg/hari)	N-Total (kg/hari)	P-Total (kg/hari)	Pestisida(kg/hari)
Penduduk	43,78	60,19	41,59	-	-	-
Peternakan	7,39	18,28	-	0,02	0,0076	-
NPS dan Sampah	77,39	0,82	0,57	173,45	10,58	0,0006
Jumlah	128,56	79,29	42,15	173,48	10,59	0,0006

Sumber cemar air limbah penduduk yang dihitung berupa parameter BOD, COD dan TSS. Berdasarkan data tahun 2019 jumlah penduduk gampong Aneuk Laot sebanyak 1347 jiwa

maka diperkirakan potensi beban BOD adalah sebesar 43,78 kg/hari, COD sebesar 60,19 kg/hari dan TSS sebesar 41,59 kg/hari (Tabel 21).

Gambar 24 Potensi Sumber Beban Pencemaran DTA DAL



Potensi terbesar sumber cemaran dari hewan ternak di Gampong Aneuk Laot adalah sapi yaitu beban cemaran BOD sebesar 5,85 kg/hari, COD sebesar 14,34 kg/hari, Total N sebesar 0,018 kg/hari dan Total-P sebesar 0,0033 kg/hari. Nilai ini lebih besar dibandingkan dari sumber beban cemaran jenis ternak lain yaitu kambing, ayam dan bebek (Tabel 18). Limbah ternak diduga menyumbang bakteri *E. coli* di perairan Danau Aneuk Laot, walaupun pada tahun 2021 dilaporkan *E coli* masih dalam batas aman baku mutu air, namun pada tahun 2019 pernah dilaporkan bahwa *E coli* DAL telah melampaui batas baku mutu air.

Sumber beban pencemaran yang bersifat *non point source* (NPS) dan sampah diduga berasal dari limbah pertanian dan perkebunan yang memasuki perairan dari limpasan air dari persawahan dan perkebunan. Sumber cemaran terbesar berasal dari hutan diikuti oleh lahan terbangun dan kebun campuran (Tabel 19).

5.4 Program Pengendalian Pencemaran Air

Program pengendalian pencemaran air untuk DAL telah disusun sebagai bagian dari Rencana Pengelolaan Danau Aneuk Laot (RP DAL) tahun 2019. Program pengendalian pencemaran ini merupakan bagian dari strategi 2, yaitu Penataan Kawasan Sempadan Danau Aneuk Laot guna Penyelamatan Ekosistem Danau Aneuk Laot dan Strategi 3 Penguatan Kelembagaan Pengelolaan Danau Aneuk Laot. Program dan kegiatan yang berkaitan dengan pengendalian pencemaran air dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 22 Program dan Kegiatan Pengendalian Pencemaran Air

Permasalahan	Program/Kegiatan	Sub Kegiatan	Sub Sub Kegiatan	Keterangan
Potensi Beban Pencemaran	Penanggulangan Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan Hidup Kabupaten/Kota	Penghentian Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan Hidup	Pembebasan lahan sempadan DAL	Belum dilaksanakan
		Penghentian Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan Hidup	Pengendalian tanaman air/gulma di Danau Aneuk Laot	Perlu penanganan gulma sudah mulai ada gulma di DAL
		Penyusunan Qanun Pelestarian dan Pengelolaan Danau Aneuk Laot.	Qanun Pelestarian dan Pengelolaan Danau Aneuk Laot.	Belum dilaksanakan
		Pemberian informasi peringatan pencemaran dan/atau kerusakan Lingkungan Hidup pada masyarakat	Kajian/perhitungan daya tampung dan alokasi beban pencemaran air DAL	Sedang dilaksanakan
	Pencegahan Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan Hidup Kabupaten/Kota	Koordinasi, Sinkronisasi dan Pelaksanaan Pencegahan Pencemaran Lingkungan Hidup dilaksanakan terhadap Media Tanah, Air, Udara dan Laut	Pemantauan kualitas air	Tahun 2020 ada empat titik pemantauan kualitas air di DAL
Limbah Cair Domestik dan Peternakan	Pengelolaan dan Pengembangan Sistem Air Limbah Domestik dalam Daerah Kabupaten Kota	Pembangunan Sistem Pengelolaan air limbah	Pembuatan instalasi pengolahan limbah rumah tangga, septictank permukiman, IPAL komunal di sekitar Danau Aneuk Laot	Pembuatan DED dan rencana pembangunan IPAL tahun 2022

	Pengelolaan dan pengembangan Sistem Drainase yang Terhubung Langsung dengan Sungai dalam Daerah Kabupaten/Kota	Pembangunan Sistem Drainase Perkotaan dan Lingkungan	Pembangunan/ Renovasi drainase dan sanitasi di sekitar Danau Aneuk Laot	
Limbah Pertanian	Pengembangan Kapasitas Kelembagaan Petani di Kecamatan dan Desa	Pengembangan Kapasitas Kelembagaan Petani di Kecamatan dan Desa	Pembinaan dan penyuluhan pertanian organik (termasuk pengadaan unit pengolahan pupuk organik (UPPO) yang ramah lingkungan	Belum pernah dilaksanakan
	Pengembangan Prasarana Pertanian	Koordinasi dan Sinkronisasi Prasarana Pendukung Pertanian lainnya	Pengawasan Penggunaan Pupuk dan Pestisida di sempadan Danau Aneuk Laot	Secara umum sudah dilaksanakan oleh Dinas Pertanian dan Pangan
Penanganan Sampah	Pengelolaan Sampah	Penyusunan Kebijakan dan Strategi Daerah Pengelolaan Sampah Kabupaten/Kota	Pengelolaan Sampah di DAL	Jumlah sampah yang tidak tertangani sebanyak 25 % di Gampong Aneuk Laot
Kurangnya Edukasi	Pengelolaan dan Pengembangan Sistem Air Limbah Domestik dalam Daerah Kabupaten Kota	Sosialisasi dan Pemberdayaan Masyarakat dalam rangka penyediaan sistem air limbah domestik	Pembinaan dan Pengawasan Pengelolaan air limbah kepada masyarakat di sekitar DAL	Belum dilaksanakan

Sumber: RP Danau Aneuk Laot, 2019

Secara umum, program pengendalian pencemaran air bertujuan untuk menanggulangi permasalahan pencemaran di DAL, khususnya permasalahan yang berhubungan dengan potensi beban pencemaran di sempadan dan di DTA DAL. Kegiatan pengendalian pencemaran air berkaitan dengan penertiban terhadap kegiatan pemberian dan pengawasan izin pembuangan limbah yang bersumber dari sektor industri, pariwisata, dan peternakan. Pengawasan terhadap pertanian lahan surutan yang menggunakan pupuk kimia dan pestisida. Potensi limbah dari permukiman. Kegiatan lain yang perlu dilakukan adalah pemantauan dan evaluasi kualitas air secara berkala.

Potensi sumber beban pencemaran telah diidentifikasi di sub bab 5.3 yang terdiri dari limbah domestik, limbah peternakan, limbah dari NPS dan sampah yang tidak tertangani. Tabel 22 menyangdingkan permasalahan pencemaran dengan program atau kegiatan telah disusun dalam RP DAL. Program dan kegiatan ini diharapkan mampu menyelesaikan masalah-masalah pencemaran di DAL tersebut.

Program-program yang berdampak langsung yang telah diidentifikasi berhubungan dengan (i) Penanganan limbah peternakan dan pertanian, (ii) Penanganan limbah cair domestik, (iii) Penanganan sampah, dan (iv) edukasi masyarakat. Beberapa kegiatan ini sudah dilaksanakan atau sudah dianggarkan melalui APBK Kota Sabang. Sebagian lagi masih dibicarakan dan direncanakan berkaitan dengan keterbatasan dana dan prioritas pembangunan di Kota Sabang.

VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kajian penentuan daya tampung beban pencemaran air DAL dapat disimpulkan dan disarankan sebagai berikut:

6.1 Kesimpulan

Danau Aneuk Laot memiliki luas wilayah permukaan 39,5 Ha atau 394.735,4 m² atau 0,395 km², dengan panjang maksimum 1.331,2 m, lebar maksimum 414,1 m. Panjang garis keliling DAL adalah 3.265,0 m dengan nilai SDI 2,93.

Danau Aneuk Laot memiliki cekungan dasar yang relatif landai dengan kedalaman rata – rata 13,08 m.

Volume DAL mencapai 5,2 juta m³ dengan debit Q sebesar 167 Liter/detik atau 5,2 juta m³/tahun, dan laju pergantian air sebesar 1,02/tahun.

Potensi sumber cemaran total P Danau Aneuk Laot sebesar 3.865,35 kg P/tahun. Nilai ini melebihi daya tampung beban pencemaran air Danau Aneuk Laot yaitu sebesar 3.063,25 kg P/tahun.

Danau Aneuk Laot telah tercemar berat untuk golongan air kelas I, II, III, dan tercemar sedang untuk golongan air kelas IV.

Sumber utama pencemaran air adalah limbah domestik, limbah ternak, limbah dari NPS dan pertanian dan limbah dari sampah yang tidak tertangani.

Status trofik Danau Aneuk Laot tergolong eutrofik – hipereutrofik berdasarkan analisis indeks TRIX.

6.2 Saran

Penetapan dan pembuatan Qanun daerah sempadan Danau Aneuk Laot, serta penertiban bangunan dan penggunaan lahan di sepanjang sempadan danau.

Pengendalian pencemaran air pada DAL diprioritaskan pada limbah penduduk dan limbah ternak dengan melaksanakan program pengendalian pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup, program pengelolaan dan pengembangan sistem air limbah, program pengelolaan dan pengembangan sistem drainase, dan program pengelolaan sumber daya air yang telah disusun dalam RP DAL.

Penertiban hewan peliharaan disekitaran danau oleh pihak yang berwenang.

Pengolahan air danau perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum dijadikan air baku air minum.

Penanganan gulma perlu dilakukan karena dapat mengurangi volume air Danau.

Introduksi ikan untuk membantu penurunan beban pencemaran namun untuk menentukan jenis ikan yang akan diintroduksi harus melalui kajian terlebih dahulu agar ditemukan ikan yang cocok dengan karakteristik DAL.

Penanaman vegetasi riparian sebagai fungsi fitoremedasi dan sebaiknya penanaman ini juga melalui kajian khusus untuk mendesain zona riparian yang efektif untuk DAL.

Daftar Pustaka

- Aldama G. R., J. T. P. Palafox, L. F. G. Cruz, D. O. Hernández, J. A. Díaz, J. L. Arredondo-Figueroa. 2013. Morphometric characteristics of tropical shallow reservoir used for aquaculture and agriculture In The Mexican Plateau. *Revista Bio Ciencias*, 2(2): 83-88.
- Barroso, G. F., M. A. Goncalves, Fabio da C. Garcia. 2014. The morphometry of Lake Palmas, a deep natural Lake in Brazil. *Plos One*, 9(11): 1-13.
- Bezerra-Neto, J.F. and Pinto-Coelho, R.M., 2008. Morphometric study of Lake Dom Helvécio, Parque Estadual do Rio Doce (PERD), Minas Gerais, Brazil: a re-evaluation. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 20(2), pp.161-167.
- BPS, 2020, Sukakarya Dalam Angka 2019, Sabang.
- BRR NAD Nias dan BPPT (2006): Geo Investigasi Danau Aneuk Laot Pulau Weh Nad. Laporan Akhir. Jakarta.
- Damar, A., 2003. Effects of Enrichment on Nutrient Dynamics, Phytoplankton Dynamics and Productivity in Indonesian Tropical Water: A Comparison Between Jakarta Bay, Lampung Bay and Semangka Bay. PhD Dissertation Christian Albrechts University. Kiel.Germany.
- Dinas Kesehatan, 2019. Monev Sanitasi Total Terpadu berbasis Masyarakat. Sabang.
- Dirjen PPKL KLHK, 2017. Daya Tampung dan Alokasi Beban Pencemaran Sungai Citarum. Jakarta, pp-1-90.
- Edyanto, C.H., 2006. Penelitian kualitas air Danau Aneuk Laot di Pulau Weh Provinsi Nangroe Aceh Darussalam. *Jurnal Teknik Lingkungan*, pp.115-124.
- Edyanto, CB.H., 2008. Penurunan Permukaan Air Danau Aneuk Laot di Pulau Weh Provinsi Nangroe Aceh Darussalam. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*, 3(1).
- Edyanto, CB.H. 2006. Penelitian Kualitas Air Danau Aneuk Laot Di Pulau Weh Provinsi Nangroe Aceh Darussalam. In *Jurnal Teknik Lingkungan PTL BPPT Edisi Khusus*, pp. 115–124.
- Fathiyah, N., T.G. Pin, R. Saraswati. 2017. Pola Spasial dan Temporal Total Suspended Solid (TSS) dengan Citra SPOT di Estuari Cimandiri, Jawa Barat. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar, Politeknik Negeri Bandung*, 8: 518 – 526.
- Hakanson, L. 1981. A Manual of lake morphometry. Springer-Verlag. Berlin. Heiderberg. 73p
- Hakanson, L. 2005. The importance of lake morphometry and catchment characteristic in limnology – ranking based on statistical Analysis. *Hydrobiologia*, 541: 117– 137.
- Juantari, G. Y., R.W. Sayekti, dan D. Harisuseno. 2013. Status Trofik dan Tampung Beban Pencemaran Waduk Sutami. *Jurnal Teknik Pengairan* 4(1):61–66.
- Machbub, B., Suwanto, A., Harahap, T. N., Manurung, H., Retnowati, I., Rachmiati, S., dan Rustadi, W. C. (2012). Daya tampung beban pencemaran air dan zonasi Danau Rawa Pening. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Machbub, B. 2010. Model Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar Air Danau dan Waduk. *Jurnal Sumberdaya Air* 6(2):103–204.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2009. Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk, Jakarta, pp.1-9.

- Muhtadi, A., Yunasfi, Y., Ma'rufi, M. and Rizki, A., 2017. Morfometri dan Daya Tampung Beban Pencemaran Danau Pondok Lapan di Kabupaten Langkat, Sumatra Utara. *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, 2(2), pp.49-63.
- Muhtadi, A., Yunasfi, R. Leidonald, S. D. Sandy, A. Junaidy, dan A. T. Daulay 2016. Status Limnologis Danau Siombak, Kota Medan, Provinsi Sumatra Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 1(1):39–55.
- Radiarta, I.N. dan S.L. Sagala. 2012. Model spasial tingkat kesuburan perairan di danau batur kabupaten bangli provinsi bali dengan aplikasi sistem informasi geografis. *J. Ris. Akuakultur*, 7(3): 499-508.
- DLHK Sabang, 2019, Rencana Pengelolaan Danau Aneuk Laot, Sabang.
- Ridoan, R., Muhtadi, A. and Patana, P., 2016. Morfometri Danau Kelapa Gading Kota Kisaran, Kabupaten Asahan Provinsi Sumatera Utara. *Depik*, 5(2).
- Santoso, A.D. 2018. Keragaman Nilai DO, BOD, Dan COD di Danau Bekas Tambang Bata Barastudi Kasus Pada Danau Sangatta North Pt. Kpc Di Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1): 89 – 96.
- Suryono, T., S. Sunanisari, E. Mulyana, dan Rosidah. 2010. Tingkat Kesuburan dan Pencemaran Danau Limboto, Gorontalo. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 36(1):49–61.
- Straskraba, M., J. G. Tundisi. 1999. Guidelines of lake management vol. 9. International Lake Environment Committee Foundation. Shiga, Jepang. 229 p
- Tatangindatu, F., O. Kalesaran, R. Rompas. 2013. Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *E-journal Budidaya Perairan*, 1(2): 8 – 19.
- Wetzel, R. G. 2001. Limnology lake and river ecosystems. Academic Press. California. 980 p
- Wetzel, R. G., G. E. Likens. 2000. Limnological analysis. 3 edition. Springer Science Business Media New York. 391 p.

Lampiran

1. Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran Air

Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran Air DAL dilakukan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 28 tahun 2009, dengan rincian sebagai berikut.

$$\check{Z} = V / A \dots\dots\dots(1)$$

$\check{Z}$: Kedalaman rata-rata danau (m)

V : Volume air danau (m³) = 5.162.442,3 m³

A : Luas perairan danau (m²) = 394.735,4 m²

$$\begin{aligned}\check{Z} &= V / A \\ &= 5.162.442,3 \text{ m}^3 / 394.735,4 \text{ m}^2 \\ &= 13,08 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\rho = Q_0 / V \dots\dots\dots(2)$$

ρ : Laju penggantian air danau (1/tahun)

$$\begin{aligned}Q_0 &= 167 \text{ liter/detik} \times (10^{-3}/2,78 \times 10^{-4}) = 601,2 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 601,2 \text{ m}^3/\text{jam} \times (1/8760) \rightarrow 365 \text{ hari} \times 24 \text{ jam} = 8760 \\ &= 5,266 \text{ juta m}^3/\text{tahun}\end{aligned}$$

V : Volume air danau (juta m³) = 5,162 juta m³

$$\begin{aligned}\rho &= Q_0 / V \\ &= 5,266 \text{ juta m}^3/\text{tahun} / 5,162 \text{ juta m}^3 \\ &= 1,02 / \text{tahun}\end{aligned}$$

Alokasi beban pencemaran parameter Pa

$$[Pa]_{STD} = [Pa]_i + [Pa]_{DAS} + [Pa]_d \dots\dots\dots(3) = 10 \text{ mg /m}^3$$

$$[Pa]_d = [Pa]_{STD} - [Pa]_i - [Pa]_{DAS} \dots\dots\dots(4)$$

[Pa]_{STD} : syarat kadar parameter Pa maksimal sesuai Baku Mutu Air atau Kelas Air (mg /m³)

[Pa]_i : kadar parameter Pa hasil pemantauan danau (mg/m³) = 260 mg /m³

[Pa]_{DAS} : jumlah alokasi beban Pa dari daerah aliran sungai (DAS) atau daerah tangkapan air (DTA), (mg/m³)

[Pa]_d : alokasi beban Pa limbah kegiatan pada perairan danau (mg /m³)

$$[Pa]_d = [Pa]_{STD} - [Pa]_i = [10] - [260] = [250] \text{ mg /m}^3$$

Daya tampung beban pencemaran air parameter Pa pada air danau

$$L = \Delta [Pa]_d \check{Z} \rho / (1- R) \dots\dots\dots(5)$$

$$= ([250] \text{ mg /m}^3 \times 13,08 \text{ m} \times 1,02/\text{tahun} / (1- 0,57 \text{ mg/L}))$$

$$= 7,75 \text{ g P/m}^2. \text{ tahun}$$

$$= 7756,7 \text{ mg P/m}^2. \text{ tahun}$$

$$R = 1 / (1 + 0,747 \rho 0,507) \dots\dots\dots(6)$$

$$\begin{aligned}
 &= 1 / (1 + 0,747 \times 1,02 \times 0,507) \\
 &= 0,57 \text{ mg/L} \\
 \text{La} &= L \times A \dots\dots\dots (7) \\
 &= 7756,7 \text{ mg P/m}^2 \cdot \text{tahun} \times 394.735,4 \text{ m}^2 \times 10^{-6} \text{ (mg} \rightarrow \text{kg)} \\
 &= 3.062 \text{ kg Pa/tahun}
 \end{aligned}$$

L : daya tampung limbah Pa per satuan luas danau dan/atau waduk (mg Pa/m². tahun)

La : jumlah daya tampung limbah Pa pada perairan danau dan/atau waduk (kg Pa/tahun)

R : total Pa yang tinggal bersama sedimen mg/L

2. Perhitungan potensi beban pencemaran dari sumber rumah tangga

Faktor emisi (*generate load*) merupakan potensi emisi sumber pencemar yang diperoleh dari hasil penelitian. Sedangkan koefesien transfer beban (*delivery load*) adalah angka perkiraan yang menunjukkan persentasi jumlah beban pencemaran yang masuk ke sumber air.

Rumus yang digunakan untuk menghitung potensi beban pencemaran dari sumber rumah tangga Balai Lingkungan Keairan Puslitbang SDA, Kementerian PU (2004) adalah sebagai berikut:

PBP = Jumlah Penduduk x Faktor emisi X rasio ekivalen x alpha (α)

PBP = Potensi beban pencemaran

Faktor emisi (*generation load*) penduduk:

BOD = 40 gr/orang/hari

COD = 55 gr/orang/hari

TSS = 38 gr/orang/hari

Rasio ekivalen kota (*discharge load*):

Kota = 1

Pinggiran Kota = 0,8125

Pedalaman = 0,625

Alpha (α): Koefesien transfer beban (*delivery load*)

Nilai α = 1, digunakan untuk lokasi yang berjarak antara 0 sampai 100 meter dari danau,

Nilai α = 0,85, untuk lokasi yang berjarak diantara 100 meter sampai 500 meter dari danau

Nilai α = 0,3, untuk lokasi yang berjarak lebih besar dari 500 meter dari danau.

Untuk perhitungan sumber pencemaran limbah cair domestik DAL dapat diasumsikan sebagai berikut:

Jumlah penduduk yang digunakan adalah jumlah penduduk yang ada di Gampong Aneuk Laot karena DTA dan sempadan DAL berada di wilayah administrasi Gampong Aneuk Laot. Menurut BPS, jumlah penduduk Gampong Aneuk Laot pada tahun 2019 adalah **1347 jiwa**.

Rasio ekivalen yang digunakan adalah **0,8125** karena Gampong Aneuk Laot berada di pinggiran kota.

Koefisien transfer beban yang digunakan adalah **1**, karena penduduk Gampong Aneuk Laot tinggal di sekitar sempadan DAL yaitu berjarak 0 sampai 100 m dari DAL.

3. Potensi Beban Pencemaran dari Peternakan

Faktor emisi yang digunakan untuk mengukur potensi beban pencemaran menurut Balai Lingkungan Keairan, Pulitbang SDA, Kementerian Pekerjaan Umum (2013) ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 23 Konversi Beban Limbah dari Peternakan

Jenis Ternak	BOD (gr/ekor/hari)	COD (gr/ekor/hari)	P-Total (gr/ekor/hari)	N-Total (gr/ekor/hari)
Sapi	292,00	715,00	0,153	0,933
Kambing	34,10	92,90	0,115	1,624
Ayam	2,36	5,59	0,003	0,002
Bebek	0,88	2,22	0,005	0,001

Berdasarkan hasil penelitian BLK-PSDA (2004), di Indonesia rata-rata beban pencemar yang masuk ke badan air (*delivery load*) dari kegiatan peternakan sekitar 20%.

Perhitungan Potensi Beban Pencemaran dari ternak (PBT) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut: $PBT = \text{Jumlah Ternak} \times \text{Faktor emisi} \times 20\%$

4. Potensi Pencemaran dari Non Point Source (NPS)

Sementara itu faktor emisi (*generation load*) parameter pencemaran untuk pertanian diperoleh dari Balai Lingkungan Keairan, Pulitbang SDA, Kementerian Pekerjaan Umum (2004) seperti pada Tabel 2.2. Rata-rata beban pencemar pertanian yang masuk ke badan air (*delivery load*) di Indonesia dan 1% dari palawija dan perkebunan lainnya. Sementara itu, faktor emisi *non point source* dari penggunaan lahan seperti hutan dan lahan terbangun di perkotaan menurut kajian ICWRMIP (2015) seperti yang diperlihatkan pada tabel berikut ini.

Parameter	Kebun Campuran (kg/ha/musim tanam)	Hutan (kg/ha/hr)	Lahan Terbangun (kg/ha/hari)
BOD	32,500	9,32	15,34
N-Total	3,000	21,92	18,90
P-Total	1,500	1,37	0,55
TSS	1,600		
Pestisida	0,025		

Luas Penggunaan Lahan Daerah Tangkapan Air (DTA) Danau Aneuk Laot

Penggunaan Lahan	2021 (ha)
Kebun Campuran	91,05
Hutan	75,61
Lahan Terbangun	4,08

PBTN (palawija dan perkebunan lain) per Musim Tanam= Luas Lahan x Faktor emisi X 1%

PBTN (kg/hari) = PBTN Per Musim Tanam / Jumlah hari musim tanam

PNPS dari hutan dan lahan terbangun= Luas Lahan x Faktor emisi X 1%

5. Potensi Beban Pencemaran yang berasal dari Sampah

Rumus yang digunakan dalam perhitungan potensi beban pencemaran air yang bersumber dari sampah adalah:

1. Jumlah Sampah

Estimasi jumlah sampah yang dihasilkan per orang per hari menggunakan perkiraan jumlah sampah yang dihasilkan setiap individu per hari menurut kategori kota, hasil kajian Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Jumlah penduduk yang digunakan adalah jumlah penduduk yang ada di Gampong Aneuk Laot karena DTA dan sempadan DAL berada di wilayah administrasi Gampong Aneuk Laot. Menurut BPS, jumlah penduduk Gampong Aneuk Laot pada tahun 2019 adalah 1347 jiwa.

Estimasi timbulan rata-rata per orang di Kota Sabang menurut Laporan Volume Sampah Kota Sabang tahun 2020 adalah 0,625 kg/orang/hari

Beban sampah total per kecamatan dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sampah (kg/hr)} &= \text{Berat sampah/orang/hari} \times \text{jumlah penduduk} \\
 &= 0,625/\text{orang/hari} \times 1347 \\
 &= 841,875 \text{ kg/orang/hari}
 \end{aligned}$$

2. Sampah yang tidak tertangani

Menurut wawancara dengan Kepala Bidang Pengelolaan Sampah, Kebersihan dan Pertamanan DLHK Kota Sabang, untuk pelayanan sampah di Gampong Aneuk Laot telah menjangkau 75% wilayah Gampong Aneuk Laot, sehingga berat sampah yang tidak tertangani (BSTT) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{BSTT (kg/hr)} &= \% \text{ sampah yang tidak tertangani} \times \text{Beban Sampah} \\
 &= 25 \% \times 841,875 \text{ kg/orang/hari} \\
 &= 210,468 \text{ kg/orang/hari}
 \end{aligned}$$

3. Beban BOD Sampah

Penelitian yang dilakukan oleh INEGI dan SEMARNAP pada sungai di Mexico tahun 1998 dalam Nila Aliefia Fadly (2008) menyatakan bahwa 1 kg sampah organik memiliki nilai BOD sebesar 2,82 gr. Nilai inilah yang menyatakan beban BOD sampah (W sampah) tersebut. Perhitungan potensi beban sampah dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Beban BOD sampah (kg/hr)} &= \text{Berat sampah tidak tertangani (kg/hr)} \times (2,82/1000) \\
 &= 210,468 \text{ kg/orang/hari} \times 0,00282 \\
 &= 0,593 \text{ kg/orang/hari}
 \end{aligned}$$

Untuk nilai COD dihitung dengan menggunakan asumsi $\text{COD} = 1,375 \times \text{BOD}$,

$$\begin{aligned}
 \text{COD} &= 1,375 \times 0,593 \text{ kg/orang/hari} \\
 &= 0,815 \text{ kg/orang/hari}
 \end{aligned}$$

Untuk nilai TSS dihitung dengan menggunakan asumsi $\text{TSS} = 0,95 \times \text{BOD}$

$$\begin{aligned}
 \text{TSS} &= 0,95 \times 0,593 \text{ kg/orang/hari} \\
 &= 0,563 \text{ kg/orang/hari}
 \end{aligned}$$

7. Dokumentasi Pelaksanaan Pengukuran Kualitas Air dan Batimetri DAL



Gambar 25 Tim Sampling Kualitas Air



Gambar 26 Tim Sampling Morfometri dan Hidrologi

8. Notulensi Diskusi Publik

Notulensi Diskusi Publik Kajian Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Aneuk Laot		
Hari, Tanggal	Selasa, 12 Oktober 2021	Disusun Oleh: Bidang Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan
Tempat	Aula Kantor Walikota Sabang Lantai 4	
Perihal	Diskusi Publik Kajian Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Aneuk Laot Tahun 2021	
Peserta jumlah: terlampir	Walikota Sabang	
	Bappeda Provinsi	
	SKPK Kota Sabang	
	Keuchik Aneuk Laot	
	Panglima Laot Danau Aneuk Laot	
	Instansi vertikal di Kota Sabang	
Topik Bahasan dan Hasil		
1.	<u>Tujuan Pertemuan</u> Mendiskusikan hasil kajian Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Aneuk Laot	
2.	Pembukaan	
3.	Sambutan Walikota Sabang	
4.	Pemaparan Kepala Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan • Kesepakatan Bali tahun 2009 tentang Pengelolaan Danau Berkelanjutan dan Penetapan 15 Danau Prioritas I dan 15 Danau Prioritas II • Danau Aneuk Laot (DAL) termasuk Danau Prioritas II • Gerakan Penyelamatan Danau (Germadan) tahun 2011 serta diterbitkan Grand Design Penyelamatan Ekosistem Danau Indonesia • Penyusunan Rencana Pengelolaan (RP) DAL pada tahun 2019 • Penyusunan Kajian Daya Dukung Beban Pencemaran Air (DTBA) DAL termasuk dalam RP DAL	
5.	Pemaparan Ketua Tim Pengukuran Batimetri dan Hidrologi DAS Danau Aneuk Laot disampaikan oleh Bpk. Amir Fauzi, ST., M.Sc. Batimetri Danau Aneuk Laot • Pengukuran batimetri dilaksanakan pada tanggal 8 - 9 Juni 2021.	

	• Referensi elevasi pengukuran bathimetri adalah patok benchmark BM.01, yang dibangun oleh BWSS1 Aceh tahun 2019, dan berada pada jarak sekitar 200 meter dari pinggir danau. • Elevasi BM.01 adalah +30,61 meter di atas permukaan laut. • Pengamatan muka air danau pada tanggal 8 - 9 Juni 2021, ketinggian muka air relatif tetap, yaitu pada elevasi +22.90 m. • Elevasi dasar danau pada titik terdalam adalah +1,00 meter di atas permukaan laut, sedangkan elevasi muka air danau pada saat pengukuran adalah +22,90 m dpl, sehingga kedalaman maksimum danau adalah 21,90 meter. • Luas permukaan danau pada saat pengukuran bathimetri 39,5 Ha. Morfometri Danau Aneuk Laot • Panjang maksimum (L_{max}) = 1331,2 m • Lebar maksimum (W_{max}) = 414,1 m • Luas permukaan (A_o) = 394.735,4 m² $\approx$ 39,5 Ha = 0,395 Km² • Panjang garis pantai (SL) atau keliling danau = 3.265,0 m • Lebar rata-rata ($\bar{W}$) = 296,5 m • Indeks perkembangan garis tepi (SDI) = 2,93 (SDI > 1 ; Danau Aneuk Laot mempunyai bentuk badan perairan yang tidak beraturan) • Kedalaman maksimum (Z_{max}) = 21,9 m • Kedalaman rata-rata ($\bar{Z}$) = 13,08 m • Kedalaman relatif (Z_r) = 8,36% ($Z_r \geq 2\%$; Danau Aneuk Laot tidak mudah mengalami pengadukan) • Kemiringan rata-rata ($\bar{S}$) = 6,78% • Perkembangan volume danau (VD) = 1,79 • Volume total air danau (V) = 5.162.442,4 m³ = 5,16 juta meter kubik												
6.	Pemaparan Ketua Tim Kajian Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Aneuk Laot disampaikan oleh Ibu Nurfadillah, S.Si, M.Si Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Aneuk Laot menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 28 Tahun 2009 : a. Morfologi dan hidrologi danau b. Kualitas air dan status trofik danau c. Baku mutu air untuk pemanfaatan sumber daya air danau d. Alokasi beban pencemaran air dari berbagai sumber dan jenis air limbah yang masuk danau Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Aneuk Laot <table><tr><th></th><th>DTBPA Total</th><th></th></tr><tr><td>1</td><td>Total P</td><td>250 $\mu\text{g/L}$</td></tr><tr><td>2</td><td>Fosfor total yang tinggal Bersama sedimen (R)</td><td>0,57 mg/L</td></tr><tr><td>3</td><td>Daya tampung limbah per satuan luas (L)</td><td>7,75 g P/m².tahun</td></tr></table> Rekomendasi 1. Penetapan dan pembuatan Qanun daerah sempadan Danau Aneuk Laot, serta penertiban bangunan dan penggunaan lahan di sepanjang sempadan danau.		DTBPA Total		1	Total P	250 $\mu\text{g/L}$	2	Fosfor total yang tinggal Bersama sedimen (R)	0,57 mg/L	3	Daya tampung limbah per satuan luas (L)	7,75 g P/m ² .tahun
	DTBPA Total												
1	Total P	250 $\mu\text{g/L}$											
2	Fosfor total yang tinggal Bersama sedimen (R)	0,57 mg/L											
3	Daya tampung limbah per satuan luas (L)	7,75 g P/m ² .tahun											

	2. Melaksanakan program pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup yang telah disusun dalam RP DAL. 3. Penertiban hewan peliharaan disekitaran danau oleh pihak yang berwenang. 4. Pengolahan air danau perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum dijadikan air baku air minum. 5. Penanganan gulma 6. Introduksi ikan 7. Penanaman vegetasi riparian
7.	<u>Sesi Diskusi</u> Bpk. Ridwan Iriadi dari BPDASHL • Kebijakan Nasional Kepmen LH yaitu 1. Melakukan Penyelamatan Daerah Aliran Sungai (DAS) 2. Penyelamatan dan Pelestarian, sehingga di Aceh muncul dua danau dalam kategori danau prioritas II yaitu Danau Laot Tawar dan Danau Aneuk Laot 3. Penyelamatan Mata Air (Rencana Pengelolaan Mata Air) • Masukan saya mungkin dalam penyusunannya perlu digali lebih dalam lagi endemiknya • Apa yang ingin dan akan dilakukan dengan DAL, dengan saran berapa phosphor yang berkurang dan berapa air yang bertambah untuk kajian tambahannya. Pembuatan model daya tampung beban Pencemaran DAL. Ibu Kiki Dari Bappeda • Tidak Sinkronnya data kedalam DAL di dalam gambaran umum antara ketua tim pengukuran batimetri dan hidrologi DAS Danau Aneuk Laot dengan Ketua Tim Kajian Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Aneuk Laot. Mohon penjelasannya. • Mohon rekomendasi dari Ibu Nurfadillah, S.Si, M.Si berapa debit air yang dapat kita ambil dari Danau Aneuk laot, karena BPKS ingin membuat intake di Danau Aneuk laot sehingga kita dapat memberikan izin atau tidak. • Seberapa Horor Pencemaran Danau Aneuk laot, aksi yang akan dilakukan terkait DIS, IPAL dan DAL Pak Keuchik Danau Aneuk Laot • Saya rasa, kegiatan apa saja yang akan dilaksanakan sebelum ganti rugi lahan masyarakat (sempadan danau) maka tidak akan mungkin untuk di laksanakan program pemerintah. Tgk. Sulaiman Panglima Danau Aneuk laot • Dengan Pencemaran Kelas Berat layakkah DAL untuk dikonsumsi oleh masyarakat • Pemetaan Hutan 2015 ke bawah. Penebangan untuk kebun masih rendah di bandingkan dengan tahun 2015 ke ke atas. • Benar adanya penyusutan DAL. Senang karena dokumen baru dapat dilihat.

	Ibu Fatmawati dari PUPR • Tolong dibandingkan data dari hasil sampling beban pencemaran air dari Unsyiah dengan Data sampel yang ada di DLHK Ibu Yessi dari DLHK • Dalam melakukan pengolahan data ibu menggunakan metode apa? • Kandungan Phosphor yang terkandung di Danau Aneuk Laot tergolong tinggi, akan tetapi dalam pengolahan air PDAM menggunakan kaporit, akan tetapi itu tidak dapat menghilangkan senyawa phosphor. Bagaimana pendapat ibu?
--	---

9. Dokumentasi Diskusi Publik



Gambar 27 Peserta Diskusi Publik



Gambar 28 Narasumber dan Panitia Diskusi Publik