

Pemantauan Kualitas Air Secara Online dan Analisis Status Mutu Air di Danau Toba, Sumatera Utara

Online Water Quality Monitoring and Water Quality Status Analysis in Lake Toba, North Sumatra

Almadiffa Azarine Damayanti^{1*}, Heru Dwi Wahjono², Arif Dwi Santoso²

¹Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Malang, Jawa Timur 65145, Indonesia.

²Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jl. M.H. Thamrin No. 8, Jakarta Pusat 10340, Indonesia

*Email korespondensi : almadiffa@gmail.com

ABSTRAK

Danau Toba merupakan danau terbesar di Indonesia yang memiliki peran penting sebagai sumberdaya untuk mendukung potensi ekologis dan ekonomis masyarakat setempat. Akan tetapi, tekanan pencemaran yang diakibatkan oleh aktivitas masyarakat di sekitar danau terus bertambah. Penelitian ini memanfaatkan teknologi ONLIMO yang dikembangkan oleh Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi untuk meningkatkan kegiatan pemantauan kualitas air di Danau Toba. Penelitian ini bertujuan untuk monitoring kualitas air di Danau Toba dengan menggunakan sistem ONLIMO yang memanfaatkan teknologi telemetri dalam pengaplikasiannya. Data diambil pada bulan Desember 2017, di 2 lokasi stasiun pemantauan yaitu stasiun 1 (STO11 di Toba Marom) dan stasiun 2 (STO12 di Toba Ajibata). Sensor yang digunakan berupa multiprobe sensor yang terdiri dari sensor suhu, DHL, TDS, kekeruhan, pH, DO, Nitrat dan Amonia. Data berasal dari database ONLIMO dan dianalisis dengan menggunakan metode storet. Hasil menunjukkan bahwa di kedua stasiun secara umum tergolong ke dalam perairan yang tercemar ringan, dengan parameter yang berada di atas baku mutu terdiri dari DO, kekeruhan, dan amonia. Penggunaan sistem teknologi ONLIMO dapat mempermudah kegiatan monitoring kualitas air di Danau Toba secara kontinyu.

Kata kunci: analisis storet, danau toba, kualitas air, pemantauan online, status mutu air

ABSTRACT

Lake Toba is the largest lake in Indonesia which has an important role as a resource to support the ecological and economic potential of the local community. However, the pressure caused by community activities around the lake continues to grow. This research utilizes the ONLIMO technology developed by the Center for Environmental Technology, Agency for the Assessment and Application of Technology to improve water quality monitoring in Lake Toba. This study aims to monitor air quality in Lake Toba using the ONLIMO system that utilizes telemetry technology in its application. Data was collected in December 2017, at 2 monitoring locations, namely station 1 (STO11 in Toba Marom) and station 2 (STO12 in Toba Ajibata). The sensor used is a multiprobe sensor consisting of a temperature sensor, DHL, TDS, turbidity, pH, DO, Nitrate and Ammonia. Data were derived from the ONLIMO database and analyzed using the storet method. The results show that both stations are generally classified as lightly polluted waters, with parameters above the quality standards consisting of DO, turbidity, and ammonia. The use of the ONLIMO technology system can facilitate continuous monitoring of water quality in Lake Toba.

Keywords: storet analysis, toba lake, water quality, online monitoring, water quality status

PENDAHULUAN

Danau Toba merupakan danau yang terletak di Provinsi Sumatera Utara, memiliki luas permukaan 112.400 ha, volume sekitar 256.2×10^9 m³ dan kedalaman maksimum 508 m. Karakteristik fisik tersebut menjadikan Danau Toba sebagai danau terbesar di Indonesia dan Asia Tenggara (Garno *et al.*, 2020). Kualitas air Danau Toba dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya, yaitu limbah domestik/pemukiman, pertanian, perikanan, industri, pelayaran dan pariwisata, baik yang berasal dari daratan (*land based*) maupun yang berasal dari kegiatan di perairan danau. Meningkatnya pertumbuhan penduduk yang bermukim di sekitar danau diikuti dengan beragamnya kegiatan yang berlangsung di sekitar danau, dapat menyebabkan menurunnya kualitas air di Danau Toba (Nontji, 2016). Danau Toba telah tercemar oleh limbah domestik seperti sampah plastik, enceng gondok, limbah makanan dan limbah kotoran. Kondisi Danau Toba saat ini sangat mengganggu masyarakat, turis asing hingga ekosistem yang terdapat di sekitarnya (Silaban *et al.*, 2019).

Pemantauan kualitas perairan merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan pencemaran air di suatu perairan. Kegiatan pemantauan ini perlu dilakukan secara terus menerus dengan menganalisis kualitas suatu perairan secara periodik. Kendala yang seringkali dihadapi terkait pemantauan rutin kualitas air secara konvensional yaitu jarak dari lokasi ke laboratorium analisis kualitas air yang cukup jauh, kemacetan lalu lintas dan resiko bahaya saat pengambilan sampel langsung di lokasi perairan. Kendala lain yang cukup signifikan adalah total biaya analisa sampel yang cukup mahal untuk pemantauan rutin di banyak titik di aliran sungai, waktu penelitian yang cukup lama, dan keterlambatan pelaporan dikarenakan masih dilakukan secara manual (Wahjono & Setiaji, 2015). Kendala-kendala tersebut menunjukkan bahwa pemantauan kualitas air secara manual yang telah dilakukan oleh pemerintah dirasa kurang efektif dalam mengendalikan adanya pencemaran

di suatu perairan, sehingga dibutuhkan suatu teknologi *online monitoring* yang dapat meningkatkan kinerja pemantauan kualitas air dan memberikan peringatan dini pencemaran. (Wahjono, 2018).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ramadhawati, penggunaan sistem ONLIMO dapat memberikan data kualitas air dan status mutu air di Sungai Cisadane secara *kontinyu, online* dan *real time* dengan hasil analisis yang tidak memiliki perbedaan antara penggunaan metode sampling secara manual dengan teknologi ONLIMO. Pertimbangan-pertimbangan seperti kemudahan akses informasi data pemantauan, sistem database yang sudah terintegrasi, kecepatan dalam perolehan data analisis dan pengukuran yang dapat dilakukan pada kondisi riil secara periodik adalah beberapa alasan penggunaan sistem ONLIMO pada penelitian ini.

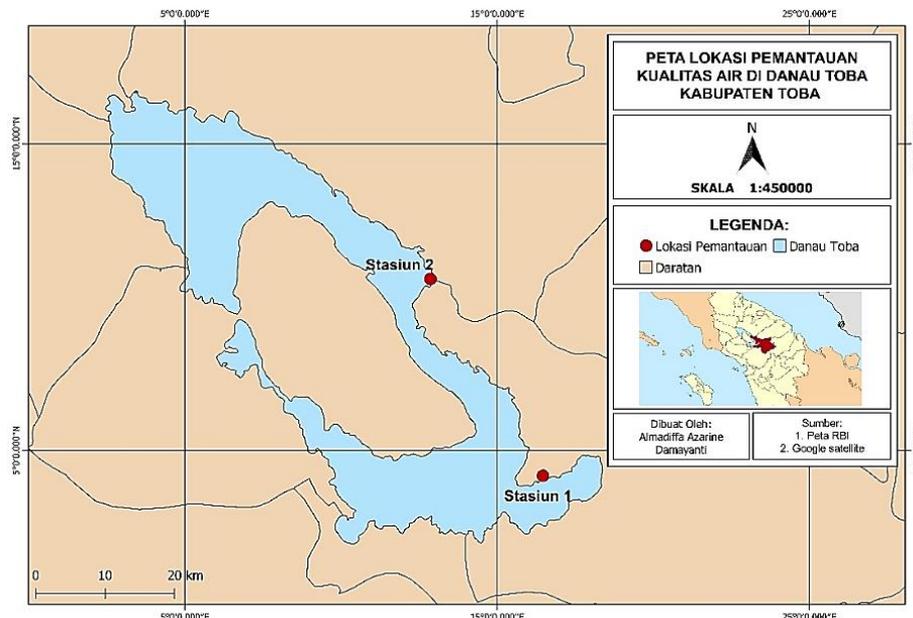
Penelitian bertujuan untuk melakukan pemantauan/monitoring kualitas air dengan menggunakan teknologi ONLIMO yang dapat menghasilkan data series yang banyak agar dapat memberikan informasi analisis status mutu kualitas air yang lebih akurat dibandingkan dengan metode manual yang hanya dilakukan 2-3 kali setahun dengan data yang sangat sedikit. Perbandingan hasil pengujian laboratorium dengan hasil pengukuran kualitas air menggunakan teknologi Onlino hanya memiliki perbedaan < 5%. Artikel ini berisi mengenai laporan hasil pengamatan kualitas air di Danau Toba yang dilakukan secara online dan real time. Analisis yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui status mutu air di Danau Toba, Kabupaten Toba, Sumatera Utara. Paparan pada artikel ini diharapkan dapat menjadi bahan acuan untuk studi selanjutnya.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan teknologi telemetri (pemantauan atau pengukuran jarak jauh) ONLIMO pada periode bulan Desember 2017. Data dikumpulkan secara periodik hingga membentuk data dari waktu ke waktu (*time series*) yang diambil setiap 1 jam sekali dengan rentang waktu pengambilan data

pada pukul 0.00-23.00 WIB. ONLIMO (*Online Monitoring*) merupakan suatu sistem yang dikembangkan oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) berkerjasama dengan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) yang berfungsi untuk memonitor kualitas air yang ada di Indonesia dengan menggunakan sensor yang dicelupkan ke dalam air. Sensor dan *data logger* yang berada pada stasiun pengamatan tersebut akan menghasilkan nilai kualitas air yang nantinya akan dikirimkan kepada server. Stasiun pemantauan akan dijaga oleh operator yang berkewajiban merawat dan melaporkan setiap kegiatan kepada pusat (Effendi *et al.*, 2019).

Pada penelitian ini stasiun pengamatan terletak di dua lokasi tepatnya di Kabupaten Toba, Sumatera Utara. Penempatan stasiun 1 (STO11) berlokasi di Desa Marom, Kecamatan Uluan, dengan titik koordinat lintang ($2^{\circ} 24' 18.57''$), bujur ($99^{\circ} 4' 38.67''$). Stasiun 2 (STO12) terletak di Desa Pardamean Ajibata, Kecamatan Ajibata dengan titik koordinat lintang ($2^{\circ} 39' 33.5''$), bujur ($98^{\circ} 55' 56.82''$). Sedangkan, untuk lokasi stasiun 2 (STO12) berada di kawasan pariwisata, dekat dengan galangan kapal UPTKA (Unit Pelaksana Teknis Pengelola Kualitas Air) Danau Toba. Peta Lokasi stasiun pengamatan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi stasiun pemantauan.

Kegiatan monitoring kualitas air dengan ONLIMO terdiri dari beberapa tahapan, diantaranya yaitu pengukuran data, pengumpulan data, pengiriman data dan pengintegrasian serta pengolahan data. Pengukuran parameter kualitas air pada sistem ONLIMO dilakukan dengan menggunakan *multiprobe* sensor yang telah terpasang di titik-titik lokasi stasiun pengamatan. Jenis *multiprobe* sensor yang digunakan tersebut telah disesuaikan dengan kondisi perairan yang akan dipantau, pada penelitian ini sensor yang digunakan terdiri dari sensor suhu, DHL (Daya Hantar Listrik), TDS (*Total Dissolved*

Solid), *turbidity* (kekeruhan), pH (*Power of Hydrogen*), DO (*Dissolved Oxygen*), Nitrat dan Amonia. Data yang terukur oleh sensor kemudian akan dikumpulkan oleh *data logger* pada RTU (*Remote Terminal Unit*). *Data logger* merupakan salah satu komponen RTU yang berfungsi untuk mengolah tugas dalam pengambilan data kualitas air berdasarkan parameter pengukuran yang telah ditetapkan oleh pengguna pada aplikasi SMS *gateway*. Parameter pengoperasian yang terdapat pada *data logger* dapat berupa interval waktu pengukuran periodik dan Interval waktu pengukuran untuk peringatan

dini/EWS (*Early Warning System*). Data hasil pengukuran yang sudah terkumpul pada *data logger* kemudian akan dikirimkan kepada pusat data melalui media komunikasi SMS (*Short Message Service*) dengan sinyal GSM. Data hasil pengukuran tersebut selanjutnya melalui tahapan pengintegrasian serta pengolahan data oleh pusat data (*data center*) dan *software monitoring online*. Data hasil pengukuran kualitas air yang masuk kemudian akan ditampilkan secara *online* dan *realtime* melalui website *database ONLIMO*.

Data pada penelitian dianalisis dengan menggunakan metode analisis storet. Menurut KepMen LH No.115 tahun 2003, metode storet merupakan salah satu metode analisis yang secara umum digunakan dalam penentuan status mutu di suatu perairan. Metode storet dalam praktiknya memiliki prinsip yaitu membandingkan data kualitas air dengan baku mutu yang sudah ditetapkan dan sesuai dengan peruntukan perairan tersebut. Menurut Sinery *et al.* (2019), data yang digunakan pada metode analisis storet umumnya dikumpulkan secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu (*time series*). Pada penelitian ini, data yang diperoleh dibandingkan dengan standar baku mutu PP. No. 82 tahun 2001 (suhu, DHL, TDS, pH, DO, Nitrat, Amonia) dan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 tahun 1990 untuk parameter kekeruhan peruntukan kelas 1. Penentuan skor penilaian pada penelitian ini berpedoman pada KepMen LH No.115 th. 2003. Penentuan status mutu air berdasarkan US-EPA (*Environmental Protection Agency*), dimana status mutu air diklasifikasikan menjadi 4 kelas, yaitu kelas A (baik sekali/memenuhi baku mutu) dengan skor (0), kelas B (baik/tercemar ringan) dengan skor (-1) s/d (-10), kelas C (sedang/tercemar sedang) dengan skor (-11) s/d (-30) dan kelas D (buruk/tercemar berat) dengan skor (>-31).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air

Suhu

Hasil pengamatan diperoleh bahwa nilai rata-rata harian suhu yang diperoleh pada

stasiun 1 (Danau Toba Marom) berkisar antara 23.8-26.8°C, sedangkan nilai rata-rata suhu di stasiun 2 (Danau Toba Ajibata), diperoleh dengan kisaran 25.2-25.9°C. Berdasarkan PP. No. 82 Tahun 2001 peruntukan kelas 1, suhu kedua stasiun sudah memenuhi baku mutu yang berlaku.

Menurut Harianja *et al.* (2018), suhu pada Danau Toba berkisar antara 24-26°C. Kisaran suhu tersebut masih berada pada kisaran yang normal dan sesuai dengan baku mutu perairan yang berlaku. Menurut Soegianto, (2010), danau yang berada di Kawasan daerah tropis umumnya memiliki lapisan permukaan yang bersuhu tinggi yaitu pada kisaran 20-30°C, kemudian akan memiliki gradien suhu yang kecil dengan perubahan-perubahan suhu di setiap kedalamannya yang tidak begitu besar.

DO (Oksigen Terlarut)

Nilai rata-rata harian pada hasil pengukuran DO di stasiun 1 (Danau Toba Marom) diperoleh dengan kisaran 5.50-6.47 mg.L⁻¹. Hasil pengukuran DO di stasiun 2 (Danau Toba Ajibata) diperoleh dengan kisaran 5.35-7.60 mg.L⁻¹. Berdasarkan PP No. 82 th. 2001 (kelas 1), pada beberapa nilai rata-rata DO di stasiun 2 telah memenuhi baku mutu DO yaitu minimal 6 mg.L⁻¹, sedangkan pada stasiun 1 terdapat beberapa nilai rata-rata DO yang belum dapat memenuhi baku mutu kelas 1 namun masih dapat memenuhi baku mutu kelas 2. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Khairunnisa *et al.*, (2014), bahwa nilai sebaran oksigen terlarut di perairan Danau Toba berada pada kisaran 5.21-7.39 mg.L⁻¹. Berdasarkan PP No. 82 th. 2001 (kelas 2) kisaran oksigen tersebut masih layak digunakan sebagai peruntukan kegiatan keramba jaring apung.

pH (Derajat Keasaman)

Berdasarkan Hasil Pengamatan diperoleh bahwa nilai rata-rata harian pH pada stasiun 1 (Danau Toba Marom) berkisar antara 8.12-8.21, sedangkan nilai rata-rata harian pH di stasiun 2 (Danau Toba Ajibata), berkisar antara 7.77-8.29. Berdasarkan PP No. 82 th. 2001, nilai pH pada stasiun stasiun 1 dan stasiun 2 telah memenuhi baku mutu pH yang berkisar antara 6-9. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa

kisaran nilai rata-rata harian pH baik pada stasiun 1 dan Stasiun 2 pada periode bulan Desember 2017 menunjukkan kisaran yang umum terjadi di Danau Toba. Penelitian terdahulu oleh Harianja *et al.*, (2018), menyatakan bahwa hasil pengukuran nilai pH di Danau Toba yang dilakukan pada bulan Juli 2017 berkisar antara 8.04-8.12. Kisaran tersebut masih tergolong normal berdasarkan baku mutu yang berlaku.

Kekeruhan (*Turbidity*)

Turbiditas menunjukkan tingkat kekeruhan pada suatu ekosistem perairan (Barus, 2020). Hasil pengukuran kekeruhan pada stasiun 1 (Danau Toba Marom) diperoleh dengan kisaran 4.5-27.4 NTU, sedangkan pada stasiun 2 (Danau Toba Ajibata) kekeruhan diperoleh dengan kisaran 0.8-584.1 NTU. Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa baik pada stasiun 1 maupun stasiun 2 untuk parameter kekeruhan tidak dapat memenuhi standar baku mutu yang berlaku pada Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 tahun 1990 yaitu <5 NTU. Nilai rata-rata terendah diperoleh pada stasiun 2 sebesar 0.8 NTU, sedangkan nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada Stasiun 2, yaitu sebesar 584.1 NTU. Secara keseluruhan, tingkat turbiditas di stasiun 2 memiliki kisaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 1. Berdasarkan titik pemantauannya, stasiun 2 berdekatan dengan pelabuhan Ajibata dan didominasi oleh kegiatan masyarakat pada sektor pariwisata dan transportasi air dapat berpotensi meningkatkan padatan tersuspensi seperti lumpur dan sedimen yang menyebabkan tingginya nilai kekeruhan di stasiun tersebut. Selain itu, tingginya nilai kekeruhan juga dapat disebabkan karena adanya pengikisan oleh air di tepi danau yang dapat meningkatkan padatan tersuspensi seperti lempung, endapan lumpur, pasir, dari bahan anorganik dan bahan organik seperti plankton. (Harianja *et al.*, 2018; Serajuddin *et al.*, 2019). Partikel tersuspensi ini dapat berasal dari erosi tanah, limpasan, pembuangan, sedimen dasar diaduk atau *blooming alga* (Folorunso, 2018).

Sebagai perbandingan dengan danau lain, berdasarkan penelitian terdahulu oleh Syawal *et al.* (2016), didapatkan bahwa kekeruhan di Danau Maninjau, Sumatera

Barat berkisar antara 65.4-326 NTU dan menunjukkan bahwa kekeruhan yang terjadi pada danau umumnya lebih banyak disebabkan oleh bahan-bahan tersuspensi seperti koloid dan partikel-partikel halus. Tingginya nilai kekeruhan dapat menyebabkan terganggunya sistem osmoregulasi dan daya penglihatan organisme serta dapat menghambat cahaya masuk kedalam perairan. Menurut Barus (2020), terbatasnya intensitas cahaya yang masuk dikarenakan tingginya kekeruhan di suatu perairan dapat mempengaruhi proses fotosintesis, sehingga dapat mengakibatkan menurunnya konsentrasi oksigen di perairan. Selain itu, jika nilai kekeruhan melebihi standar baku mutu yang berlaku dapat menyebabkan munculnya gangguan estetika serta dapat mengurangi efektifitas desinfeksi pada perairan tersebut.

DHL (*konduktivitas*)

Menurut Ruseffandi & Gusman (2020), konduktivitas atau daya hantar listrik (DHL) menunjukkan kemampuan dari suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik, dimana semakin banyak garam-garam terlarut yang dapat terionisasi, maka semakin tinggi pula nilai DHL nya. Berdasarkan hasil pengukuran nilai rata-rata harian DHL pada Stasiun 1 (Toba Marom) diperoleh dengan kisaran 15.6-21.5 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Nilai rata-rata harian DHL pada Stasiun 2 (Toba Ajibata) diperoleh dengan kisaran 15.7-18.6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh bahwa nilai DHL di kedua stasiun tergolong rendah. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Ruseffandi & Gusman (2020), nilai konduktivitas pada air murni berkisar antara 0-200 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (*low conductivity*), konduktivitas sungai sungai besar/major berkisar antara 200-1000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (*mid range conductivity*), dan air *saline* adalah 1000-10000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (*high conductivity*).

Menurut Suryono & Lukman, (2018), tingkat konduktivitas perairan danau akan berkaitan dengan kondisi DTA-nya. Umumnya danau yang terdapat di kawasan perairan yang terdapat bebatuan karst akan menunjukkan nilai konduktivitas yang tinggi dibandingkan dengan danau yang sumber airnya berasal dari kawasan rawa. Secara umum tingginya nilai DHL di suatu

perairan akan dipengaruhi oleh nilai TDS. Menurut Arlindia & Afdal (2015), meningkatnya jumlah padatan terlarut akan diikuti dengan peningkatan jumlah ion pada suatu larutan, karena jumlah padatan terlarut umumnya akan mengandung ion-ion yang tersusun menjadi senyawa pada padatan terlarut tersebut.

TDS (Total Dissolved Solid)

Padatan terlarut total atau TDS merupakan padatan yang terlarut dalam larutan. TDS terbentuk disebabkan oleh adanya bahan-bahan anorganik berupa ion-ion. TDS berasal dari limpahan limbah pertanian, limbah rumah tangga dan industri. Secara alami TDS dapat berasal dari pelapukan dan pelarutan batuan serta partikel tanah (Paulus *et al.*, 2020). Sedangkan untuk parameter TDS pada stasiun 1 (Danau Toba Marom) dan stasiun 2 (Danau Toba Ajibata) menunjukkan nilai TDS sebesar 100 mg.L⁻¹ selama 30 hari pengukuran dan telah memenuhi standar baku mutu pada PP No. 82 th. 2001 yaitu <1000 mg.L⁻¹. Hasil pengukuran TDS yang diperoleh pada penelitian ini memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Garno *et al.*, (2020) di Danau Toba pada periode bulan Juli 2017, yaitu sebesar 76-80 mg.L⁻¹. Kisaran tersebut menunjukkan bahwa perairan Danau Toba belum tercemar oleh TDS.

Amonia

Nilai rata-rata harian pada pengukuran Amonia di Stasiun 1 (Toba Marom) memperoleh hasil 0-0.04 mg.L⁻¹. Hasil pengukuran Amonia di Stasiun 2 (Toba Ajibata), diperoleh dengan kisaran 0-5.04 mg.L⁻¹. Berdasarkan PP No. 82 th. 2001, baku mutu amonia sebesar 0.5 mg.L⁻¹, sehingga dari hasil pengamatan ammonia menunjukkan bahwa nilai amonia di stasiun 1 sudah dapat memenuhi baku mutu, sedangkan nilai ammonia di stasiun 2 tidak dapat memenuhi baku mutu yang berlaku. Menurut Harianja *et al.*, (2018), kandungan amonia pada Danau Toba berkisar antara 0.08-0.24 mg.L⁻¹. Kisaran tersebut masih berada pada batas baku mutu perairan yaitu 0.5 mg.L⁻¹. Tingginya konsentrasi amonia pada suatu perairan dapat disebabkan oleh

banyaknya bahan pencemar yang masuk ke perairan dan mengalami dekomposisi.

Dari hasil pengamatan diperoleh bahwa terjadi peningkatan pada konsentrasi ammonia di stasiun 2 dari awal hingga akhir pengukuran, hal tersebut diduga dikarenakan meningkatnya aktivitas masyarakat di sekitar stasiun pengamatan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kabalmay *et al.*, (2017), nilai ammonia tertinggi diperoleh di stasiun pemantauan yang letaknya dekat dengan areal pemukiman, rumah makan dan keramba jaring tancap. Hal tersebut disebabkan oleh adanya masukan bahan-bahan pencemar seperti pakan (pellet) dan limbah domestik.

Nitrat

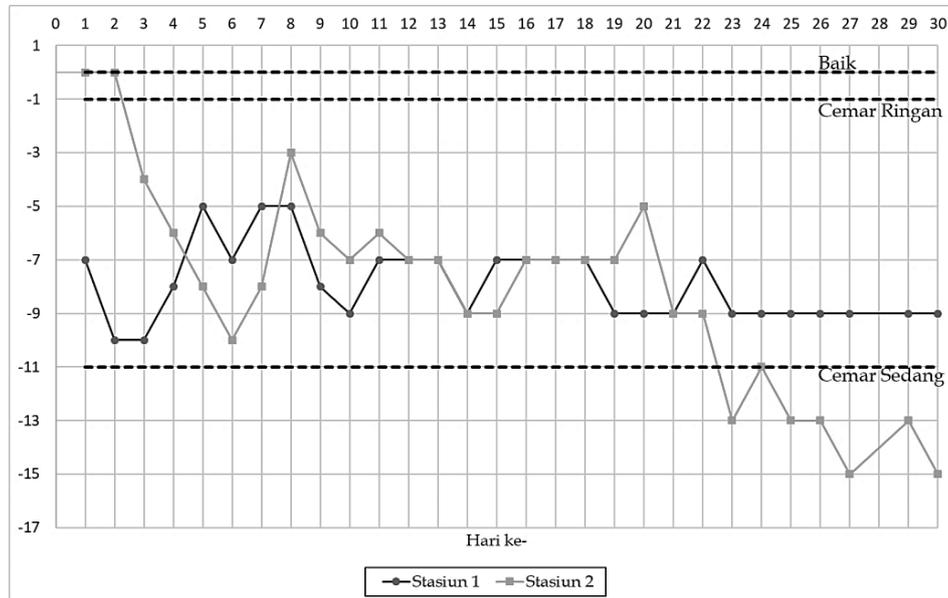
Nitrat (NO³) merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami. Nitrat merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat nitrogen mudah larut dalam air dan memiliki sifat yang stabil. Nitrat dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan (Effendi, 2003). Nilai rata-rata harian nitrat di Stasiun 1 (Danau Toba Marom) berkisar antara 0.13-2.79 mg.L⁻¹. Nilai rata-rata harian nitrat di stasiun Stasiun 2 (Danau Toba Ajibata), diperoleh dengan kisaran 0-0.05 mg.L⁻¹. Berdasarkan PP No. 82 th 2001, nilai nitrat pada kedua stasiun telah memenuhi standar baku mutu nitrat yaitu 10 mg.L⁻¹. Menurut Harianja *et al.*, (2018), hasil pengukuran nitrat pada Danau Toba berkisar antara 1.2-5.4 mg.L⁻¹, kisaran tersebut masih berada pada batas baku mutu perairan yaitu 10 mg.L⁻¹.

Penentuan Status Mutu Air

Penentuan status mutu kualitas air Danau Toba pada penelitian ini menggunakan metode storet dan disajikan dalam bentuk grafik pada periode bulan Desember selama 30 hari. Berdasarkan grafik perhitungan indeks storet diperoleh bahwa pada stasiun 1, status mutu air pada Danau Toba Marom tergolong ke dalam kelas B (cemar ringan) dengan skor harian berkisar antara (-10) s/d (-5) dan tidak menunjukkan adanya perubahan yang signifikan terhadap status mutu air di titik tersebut. Sedangkan, berdasarkan grafik analisis data harian dengan indeks storet pada stasiun 2, status

mutu air Danau Toba Ajibata tergolong ke dalam kelas A (baik), kelas B (cemar ringan) dan kelas C (cemar sedang), dengan kisaran skor storet harian yang diperoleh dengan kisaran 0 s/d (-15) dan menunjukkan adanya

penurunan kualitas air dari awal hingga akhir pengukuran. Grafik harian status mutu air stasiun 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik harian status mutu air stasiun 1 dan stasiun 2

Berdasarkan hasil perhitungan indeks storet perbulan, kualitas air di kedua stasiun 1 (STO11) dan stasiun 2 (STO12) tergolong ke dalam kelas B (tercemar ringan), dimana skor nilai perhitungan indeks storet untuk stasiun 1 sebesar (-8), sedangkan untuk stasiun 2 sebesar (-10). Tingginya skor storet pada stasiun 1 dipengaruhi oleh parameter DO dan kekeruhan, sedangkan tingginya nilai storet pada stasiun 2 dipengaruhi oleh parameter kekeruhan, DO dan amonia.

KESIMPULAN

Berdasarkan paparan analisis hasil dan pembahasan tersebut menunjukkan bahwa terdapat beberapa parameter yang masih belum memenuhi baku mutu yang berlaku. Parameter-parameter tersebut diantaranya yaitu DO dan kekeruhan untuk stasiun 1, sedangkan untuk stasiun 2 terdiri dari parameter DO, kekeruhan dan ammonia. Status mutu air Danau Toba di Kabupaten Toba pada kedua titik lokasi pemantauan ONLIMO periode bulan Desember 2017 secara umum tergolong kedalam tercemar ringan.

Dalam penerapannya pemantauan kualitas air di Danau Toba, Kabupaten Toba dengan memanfaatkan teknologi ONLIMO (*online monitoring*) memiliki kelebihan diantaranya yaitu pengamatan yang dilakukan bersifat *kontinyu*, dilaksanakan secara *online* dan *realtime*, kemudahan dalam mengakses informasi yang berkaitan, sistem pengolahan yang terstruktur dan data pengukuran yang bersifat periodik. Penambahan titik pemantauan ONLIMO akan dapat meningkatkan kualitas data yang diperoleh, sehingga data dapat mewakili seluruh sektor pemanfaatan yang terdapat di Danau Toba.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, yang telah memberikan kontribusi besar dalam penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arlindia, I., & Afdal. (2015). Analisis Pencemaran Danau Maninjau dari Nilai TDS dan Konduktivitas Listrik. *Jurnal Fisika Unand*, 4(4), 325-331.
- Barus, T. A. (2020). *Limnologi*. CV. Nas Media Pustaka.
- Effendi, F. D., Tolle, H., & Brata, K. C. (2019). *Pengembangan Sistem Pelaporan Pemeliharaan Stasiun ONLIMO (Online Monitoring) Milik BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) Berbasis Android*. 3(3), 2160-2166.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Kanisius.
- Folorunso, O. (2018). Variations of Turbidity (Ntu) and Suspended Solid Concentrations (Ssc) In Elemi River Ado-Ekiti, Nigeria. *Int J Environ Sci Nat Res*, 63-66.
- Garno, Y. S., Nugroho, R., & Hanif, M. (2020). Kualitas Air Danau Toba di Wilayah Kabupaten Toba Samosir dan Kelayakan Peruntukannya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(1), 118-124.
- Harianja, D., Damanik, M. R. S., & Restu, R. (2018). Kajian Tingkat Pencemaran Air di Kawasan Perairan Danau Toba Desa Silima Lumbu Kecamatan Onanrunggu Kabupaten Samosir. *Jurnal Geografi*, 10(2), 176-183.
<https://doi.org/10.24114/jg.v10i2.10534>
- Kabalmay, A. A., Pangemanan, N. P. ., & Undap, S. L. (2017). *Pengaruh kualitas fisika kimia perairan terhadap usaha budidaya ikan di Danau Bulilin Kabupaten Minahasa Tenggara*. 5(2), 15-26.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003 Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Khairunnisa, Barus, T. A., & Harahap, Z. A. (2014). Analisis Kesesuaian Wilayah Untuk Budidaya Ikan Keramba Jaring Apung di Perairan Girsang Sipangan Bolon Danau Toba. *Jurnal Aqua Coastmarine*, 6(1), 93-103.
- Nontji, A. (2016). *Danau-Danau Alami Nusantara*.
- Paulus, J. J. H., Rumampuk, N. D. C., Pelle, W. E., Kawung, N. J., Kemer, K., & Rompas, R. M. (2020). *Buku Ajar Pencemaran Laut*. Deepublish Publisher.
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 tahun 1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Ruseffandi, M. A., & Gusman, M. (2020). Pemetaan Kualitas Airtanah Berdasarkan Parameter Total Dissolved Solid (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL) dengan Metode Ordinary Kriging Di Kec . Padang Barat , Kota Padang . *Jurnal Bina Tambang*, 5(1), 153-162.
ejournal.technical.ac.id
- Serajuddin, M., Chowdhury, M. A., Haque, M. M., & Haque, M. E. (2019). Using Turbidity to Determine Total Suspended Solids in an Urban Stream: A Case Study. *International Conference on Water and Environmental Engineering*, 148-154.
- Silaban, Z., Harianja, R. J., Tondang, Y. S., & Siregar, B. M. (2019). Desain Model Toba Lake Trash Cleaners. *Jurnal Semnastek UISU*, 59-64.
- Sinery, S. A., Tukayo, R., & Warmetan, H. (2019). *Daya dukung dan daya tampung lingkungan*. Deepublish Publisher.
- Soegianto, A. (2010). *Ekologi Perairan Tawar*. Airlangga University Press.
- Suryono, T & Lukman. Karakteristik Beberapa Parameter Trofik Perairan Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan. *LIMNOTEK Perairan darat Tropis di Indonesia*. 25(2), 46-57.
- Syawal, M. S., Wardiatno, Y., & Hariyadi, S. (2016). Pengaruh Aktivitas Antropogenik Terhadap Kualitas Air , Sedimen dan Moluska di Danau Maninjau Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Tropis*, 16(1), 1-14.
- Wahjono, H. D. (2018). Penerapan Teknologi Online Monitoring Kualitas Air Untuk Das Prioritas Di Sungai Ciliwung Dan Sungai Cisadane. *Jurnal Air Indonesia*, 9(1).
<https://doi.org/10.29122/jai.v9i1.2476>
- Wahjono, H. D., & Setiaji, G. (2015). Instalasi Sistem Pemantauan Kualitas Air Online Berbasis GSM di Sungai Ciliwung Segmen Istiqlal. *JAI*, 8(1), 65-80.