

## Analisis Pencemaran Danau Maninjau dari Nilai TDS dan Konduktivitas Listrik

Indah Arlindia, Afdal

Jurusan Fisika Universitas Andalas

E-mail: aafdal@yahoo.com

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk menentukan tingkat pencemaran Danau Maninjau berdasarkan nilai total dissolved solid (TDS) dan nilai konduktivitas listrik (EC) yang dilakukan pada bulan Mei 2015. Air Danau Maninjau diwakili oleh empat lokasi yaitu di sekitar lokasi karamba, sekitar lokasi pemukiman, sekitar daerah wisata dan sekitar area hutan. Sampel air untuk sekitar lokasi pemukiman, sekitar daerah wisata dan sekitar area hutan diambil di 5 titik, sedangkan di sekitar lokasi karamba diambil pada 6 titik. Jarak pengambilan sampel untuk setiap titik pada lokasi sekitar karamba dan pemukiman adalah 800 m, sedangkan pada sekitar daerah wisata dan area hutan diambil dengan jarak 1 km. Nilai TDS ditentukan menggunakan metode *gravimetry* dan nilai EC diukur dengan *conductivity meter*. Nilai rata-rata total TDS yang diperoleh adalah 734,1 mg/l, lebih tinggi daripada nilai tahun 2007 yaitu 115,83 mg/l. Sumber padatan terlarut yang meningkatkan nilai TDS kemungkinan adalah sisa kegiatan karamba jaring apung yaitu sisa pakan dan sisa metabolisme ikan. Nilai rata-rata total EC di Danau Maninjau adalah 89,2  $\mu\text{S/cm}$ . Terlihat hubungan yang cenderung linear antara TDS dan EC.

Kata kunci : *total dissolved solid*, konduktivitas listrik, *gravimetry*

### ABSTRACT

*Analysis of Lake Maninjau pollution based on total dissolved solid (TDS) and electrical conductivity (EC) values had been studied on Mei 2015. The water of Lake Maninjau was represented by four locations, they were around the cage, the habitation, the tourism area and the forest area. The sample of water for the each location was taken five spots, while around the cage was taken for six spots. The distance of sample taking for each spot at around the cage and the habitation was 800 metres, while around the tourism area and the forest area were taken by 1 kilometres. The value of TDS was determined by using gravimetry method and the value of EC was measured by conductivity meter. The total average value of TDS at Lake Maninjau is higher than the study before that 734.1 mg/l. The dissolved solid source probably are residual of floatable net cage activity such as residual of pellet and the fish's metabolism. The total average value of EC at Lake Maninjau is 89.2  $\mu\text{S/cm}$ . TDS and EC value shows a linear trend, although the correlation coefficient value is low.*

*Keywords: Total Dissolved Solid, Electrical Conductivity, gravimetry*

## I. PENDAHULUAN

Danau Maninjau merupakan danau yang terdapat di Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Air danau ini digunakan oleh penduduk setempat sebagai sumber air minum, mandi, mencuci, pertanian, lahan perikanan dan tempat wisata. Saat ini pada Danau Maninjau terdapat sekitar 17000 petak KJA, jumlah ini telah melebihi batas maksimum yaitu 6.000 KJA (LIPI, 2005). Semakin banyak KJA yang terdapat di sekitar Danau Maninjau menyebabkan kontaminasi dari zat-zat sisa metabolisme ikan akan semakin meningkat.

Semakin banyak sisa makanan ikan yang mencemari air danau maka semakin banyak jumlah padatan terlarut yang terkandung di dalamnya, sehingga semakin buruk kualitas air danau tersebut. Total padatan terlarut (total dissolved solid, TDS) merupakan salah satu indikator tingkat pencemaran air yang sering dianalisis. Nilai TDS maksimum untuk air minum adalah 1000 mg/l (WHO). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Marganof (2007) menyatakan bahwa nilai TDS di sekitar Danau Maninjau masih berada di bawah ambang batas baku mutu yang diperbolehkan (115,83 mg/l). Oleh karena itu pengukuran nilai TDS perlu dilakukan kembali untuk melihat perubahan nilai TDS yang diperoleh seiring dengan penambahan jumlah KJA yang meningkat dalam jangka waktu kurang lebih 8 tahun di perairan sekitar Danau Maninjau.

Kualitas air juga dapat ditentukan dari nilai konduktivitas listrik (Electrical Conductivity, EC). Jika nilai EC semakin tinggi maka semakin buruk kualitas air misalnya air akan terasa payau sampai asin. Apabila nilai EC semakin kecil maka semakin susah air tersebut menghantarkan arus sehingga kualitas air semakin bagus (Mahida, 1986). Nilai EC maksimum untuk air minum adalah 1500 mS/cm (WHO).

Pengukuran TDS membutuhkan waktu yang cukup lama sementara pengukuran EC dengan conductivity meter dapat dilakukan lebih cepat (Chang, 1982). Penelitian yang dilakukan di Danau Subhas Sarovar dan Rabindra Sarovar, Kolkata, India menunjukkan bahwa EC memiliki hubungan linear dengan TDS. Dari penelitian tersebut teramati bahwa nilai EC meningkat seiring peningkatan nilai TDS, yang menunjukkan peningkatan konsentrasi sulfat dan ion lainnya, sehingga nilai EC secara tidak langsung menunjukkan tingkat polusi dalam air danau. Pengukuran EC jauh lebih mudah daripada pengukuran TDS langsung, sehingga penelitian untuk memantau pencemaran di air danau dangkal lebih mudah dilakukan dengan pengukuran EC (Das, dkk., 2005). Penyebab kenaikan nilai TDS adalah padatan terlarut yang terkandung pada larutan, sementara nilai konduktivitas listrik pada perairan dipengaruhi oleh jumlah ion yang terkandung pada perairan tersebut. Semakin banyak jumlah padatan terlarut maka semakin banyak jumlah ion pada suatu larutan, karena jumlah padatan terlarut mengandung ion-ion yang tersusun menjadi senyawa pada padatan terlarut tersebut. Sehingga nilai TDS dan konduktivitas listrik kemungkinan akan memiliki hubungan yang sebanding. Untuk mengetahui kelayakannya sebagai sumber air minum dan aktivitas lain dari masyarakat sekitar, maka kualitas air Danau Maninjau harus diuji.

**II. METODE**

Lokasi yang menjadi tempat pengambilan sampel adalah empat lokasi di Danau Maninjau, yaitu sekitar lokasi karamba, sekitar lokasi pemukiman, sekitar daerah wisata dan sekitar area hutan. Pada lokasi sekitar karamba diambil sampel pada 6 titik, sedangkan pada lokasi sekitar pemukiman, sekitar daerah wisata dan sekitar area hutan diambil pada 5 titik. Sebagai sampel pembandingan diambil air dari pegunungan yang mengalir ke Danau Maninjau seperti Gambar 1. Bahan-bahan yang digunakan yaitu kertas saring whatman No.41, kertas, tisu, botol aqua 600 ml dan aquades yang berfungsi sebagai larutan untuk mengkalibrasi alat. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, oven, timbangan digital, cawan penguapan, penjepit cawan dan *conductivity meter*.



Gambar 1 Titik-titik pengambilan sampel

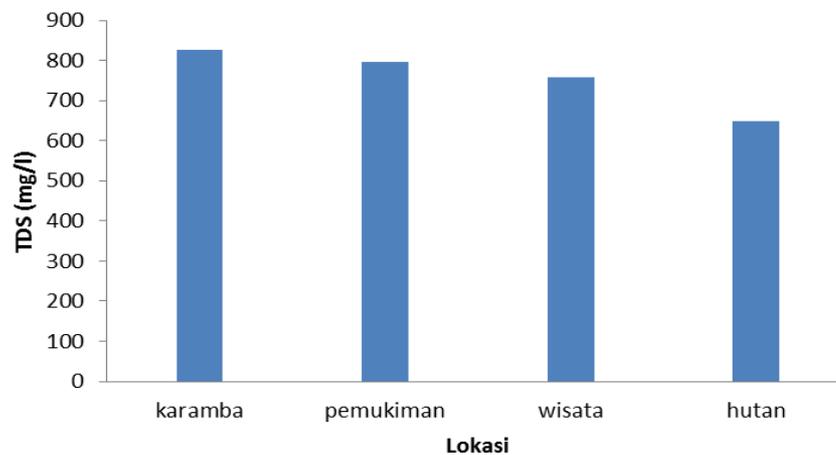
Pengukuran konduktivitas listrik dilakukan dengan conductivity meter, dengan mengkalibrasinya terlebih dahulu menggunakan larutan aquades. Pengukuran TDS dilakukan dengan metode gravimetry dengan langkah-langkah sebagai berikut, cawan penguapan dibersihkan kemudian dimasukkan ke dalam oven dan di panaskan dengan suhu 105 °C selama 1 jam, selanjutnya didinginkan dan ditimbang segera saat akan digunakan hingga didapatkan massa cawan kosong (*B*) dan pembacaan dilakukan 3 kali. Sampel diaduk hingga homogen dan dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring whatman No.41. Sampel yang telah disaring diambil sebanyak 100 ml, kemudian sampel dimasukkan ke dalam cawan penguapan. Kemudian cawan penguapan dimasukkan kembali ke dalam oven dan dipanaskan pada suhu 105 °C selama 1 jam. Setelah itu cawan penguapan dikeluarkan dari oven menggunakan penjepit cawan untuk didinginkan dan ditimbang segera dengan timbangan digital hingga diperoleh massa cawan pengupan ditambah dengan zat padat terlarut (*A*). Pembacaan timbangan dilakukan tiga kali. Kemudian nilai TDS dapat ditentukan dengan Persamaan 1.

$$TDS = \frac{A - B}{V} \times 1000 \tag{1}$$

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Nilai Total Padatan Terlarut

Perbandingan nilai TDS rata-rata antar masing-masing lokasi dapat dilihat pada Gambar 2. Nilai TDS rata-rata di keempat lokasi cukup tinggi yaitu antara 650 mg/l dan 825,3 mg/l, namun masih berada di bawah ambang nilai TDS sebagai sumber air minum yaitu 1000 mg/l (WHO). Nilai TDS rata-rata paling tinggi diantara empat lokasi ini adalah di sekitar lokasi karamba, diikuti daerah sekitar pemukiman, sekitar daerah wisata, dan yang paling rendah pada lokasi di sekitar hutan. Nilai TDS yang lebih tinggi pada lokasi di sekitar karamba karena lokasinya yang lebih dekat ke pusat KJA sehingga lebih banyak kontaminasi dari sisa pakan dan sisa metabolisme ikan yang ada dalam sampel air.



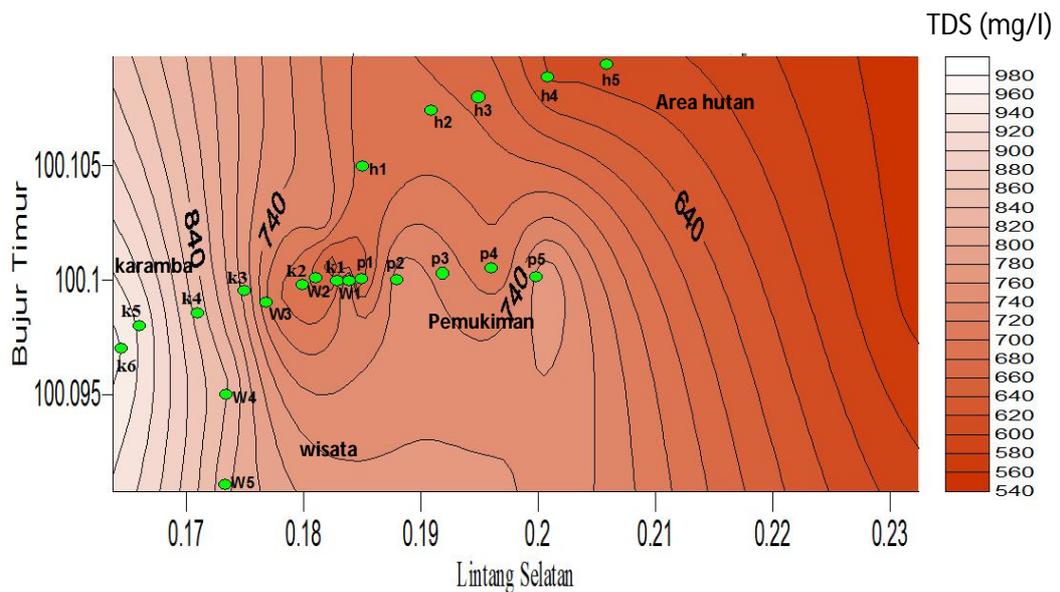
Gambar 2 Nilai TDS rata-rata di empat lokasi Danau Maninjau

Selanjutnya daerah dengan nilai TDS yang tinggi adalah pada lokasi di sekitar pemukiman. Zat padat terlarut pada lokasi sekitar pemukiman kemungkinan berasal dari hasil dari kegiatan rumah tangga seperti sampah, sabun mandi dan sabun cuci. Selain itu pada lokasi sekitar pemukiman juga terlihat beberapa KJA milik warga, sehingga perairan di sekitar lokasi pemukiman juga dikontaminasi oleh sisa pakan dan metabolisme ikan yang terdapat dalam KJA. Zat padat terlarut pada lokasi di sekitar daerah wisata kemungkinan berasal dari sampah-sampah pedagang maupun wisatawan yang dibuang sembarangan ke dalam danau pada lokasi tersebut. Selain itu pada lokasi sekitar daerah wisata ini juga terdapat beberapa KJA yang tentunya juga mengkontaminasi perairan di lokasi ini. Lokasi dengan nilai TDS paling rendah adalah daerah di sekitar hutan. Hal ini karena zat padat terlarut pada lokasi ini hanya berasal dari daun-daun dan ranting-ranting pohon yang jatuh menuju danau dengan ukuran yang cukup

besar, sedangkan ukuran zat padat yang berkontribusi pada nilai TDS adalah zat terlarut yang berukuran lebih kecil dari 2 µm (Djuhariningrum, 2005).

3.1.1 Nilai TDS pada setiap Lokasi di Danau Maninjau

Nilai TDS untuk setiap lokasi di Danau Maninjau dapat dilihat pada Gambar 3. Untuk lokasi di sekitar karamba, sampel k1 menuju sampel k6 menunjukkan titik-titik pengambilan sampel yang semakin dekat ke pusat karamba. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin dekat ke pusat karamba nilai TDS semakin naik. Hal ini karena semakin dekat menuju pusat karamba maka semakin banyak kontaminasi perairan tersebut oleh sisa pakan dan metabolisme ikan di dalam KJA. Pada sekitar lokasi pemukiman (p1 hingga p5) nilai TDS tidak berubah secara signifikan dengan kecenderungan yang meningkat. Pada sekitar daerah wisata semakin dekat ke daerah wisata (w1 menuju w5) semakin tinggi, hal ini karena semakin dekat menuju daerah wisata maka semakin banyak kontaminasi perairan tersebut oleh sampah-sampah yang dibuang oleh pedagang maupun wisatawan di sekitar lokasi wisata, selain itu pada lokasi sekitar wisata juga dikontaminasi oleh sisa pakan dan metabolisme ikan di dalam KJA yang terdapat di sekitar lokasi tersebut. Nilai TDS dan untuk daerah di sekitar area hutan semakin dekat ke area hutan (h1 menuju h5) maka semakin rendah nilai TDS yang diperoleh. Semakin dekat ke area sekitar hutan menyebabkan perairan di lokasi tersebut lebih sedikit terkontaminasi dari zat-zat pencemar yang berasal dari aktivitas warga seperti KJA, mandi dan mencuci. Pada daerah ini KJA tidak ada, nilai TDS pada lokasi ini hanya berasal dari daun-daun dan ranting pohon pada tepi hutan yang jatuh ke dalam danau tersebut.



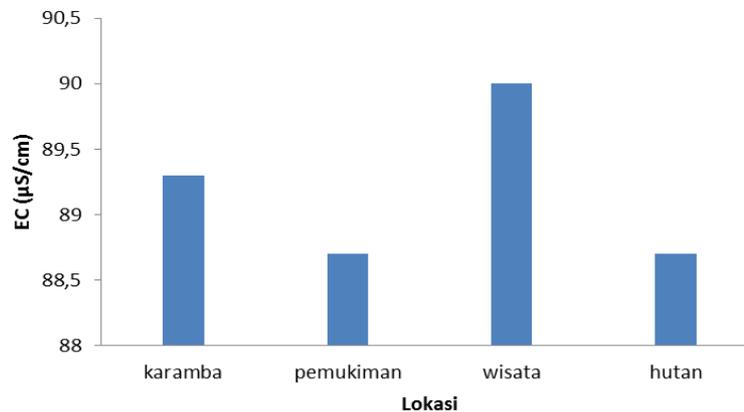
Gambar 3 Peta Kontur nilai TDS pada empat lokasi Danau Maninjau

Secara umum, kemungkinan sumber zat padat terlarut di setiap lokasi di Danau Maninjau adalah hasil dari kegiatan KJA yaitu sisa pakan dan metabolisme ikan yang terdapat di dalam air dan sedimen Danau Maninjau. Hal ini ditunjukkan oleh nilai TDS yang semakin tinggi pada lokasi yang semakin dekat ke pusat KJA. Menurut Syandri (2005), dalam hal pemberian pakan pembudidaya ikan pada KJA di Danau Maninjau jarang memberikan jumlah pakan yang sesuai dengan ketentuannya. Untuk pemeliharaan ikan dengan KJA 1800 petak dibutuhkan pakan sebanyak 3 ton per petak dan periode pemeliharaan 3 kali dalam setahun sehingga total pakan yang disebarkan ke perairan dalam setahun sebanyak 16.200 ton. Dari jumlah tersebut dimanfaatkan oleh ikan hanya 85% sedangkan sisanya akan terbuang ke perairan, dimana dalam jangka waktu yang panjang akan menyebabkan terjadinya sedimen. Jumlah pakan yang akan terbuang ke perairan sekitar 20.000 ton unit KJA dengan berbagai ikan yang dibudidayakan. Menurut Elfrida (2011), kandungan senyawa organik dan anorganik dari limbah KJA Danau Maninjau adalah posphat sebanyak 1,95 mg/l, nitrit sebanyak 0,46 mg/l, nitrat sebanyak 1,2 mg/l, protein sebesar 0,3%, kalium sebanyak 47,9 mg/l dan calcium

sebanyak 21,45 mg/l. Kandungan dari senyawa-senyawa ini lah yang meningkatkan nilai TDS pada masing-masing lokasi di Danau Maninjau, karena senyawa-senyawa tersebut merupakan beberapa senyawa yang meningkatkan nilai TDS pada perairan.

### 3.2 Nilai Konduktivitas Listrik

Perbandingan nilai EC rata-rata antar masing-masing lokasi dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai EC rata-rata pada empat lokasi di Danau Maninjau yaitu antara 87  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dan 90  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , nilai ini berada jauh di atas nilai perairan murni yaitu 5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Mustaqihul, 2009). Namun nilai EC untuk ke-empat lokasi ini berada jauh di bawah ambang nilai EC sebagai sumber air minum yaitu 1500  $\text{mS}/\text{cm}$  (WHO). Nilai EC paling tinggi di antara empat lokasi ini adalah di sekitar daerah wisata, diikuti sekitar daerah karamba, dan nilai yang paling rendah pada lokasi sekitar pemukiman dan lokasi sekitar hutan. Penyebab tingginya nilai EC di sekitar daerah wisata adalah kontaminasi dari aktivitas KJA, sampah-sampah wisatawan maupun pedagang sekitar berupa sampah cair, sisa makanan dan minuman yang menyebabkan kandungan garam pada perairan tersebut meningkat sehingga perairan tersebut dapat menghantarkan listrik dengan baik (Ayu, dkk., 2006). Selanjutnya nilai EC yang cukup tinggi yaitu pada lokasi sekitar karamba yang disebabkan oleh banyaknya KJA yang terdapat pada sekitar lokasi ini sehingga kontaminasi dari pakan dan sisa metabolisme ikan menaikkan ion-ion pada perairan di sekitar lokasi tersebut seperti fosfat, nitrit, nitrat, protein, kalium dan calcium (Elfrida, 2011). Nilai EC paling rendah yang diperoleh pada lokasi di sekitar hutan dan di sekitar daerah pemukiman disebabkan oleh zat-zat yang mengkontaminasi perairan tersebut. Pada sekitar lokasi hutan, perairan tersebut dikontaminasi oleh daun-daun dan ranting-ranting pohon, sedangkan pada lokasi di sekitar pemukiman perairannya dikontaminasi oleh zat-zat dari sabun dan sisa pakan ikan dalam KJA.

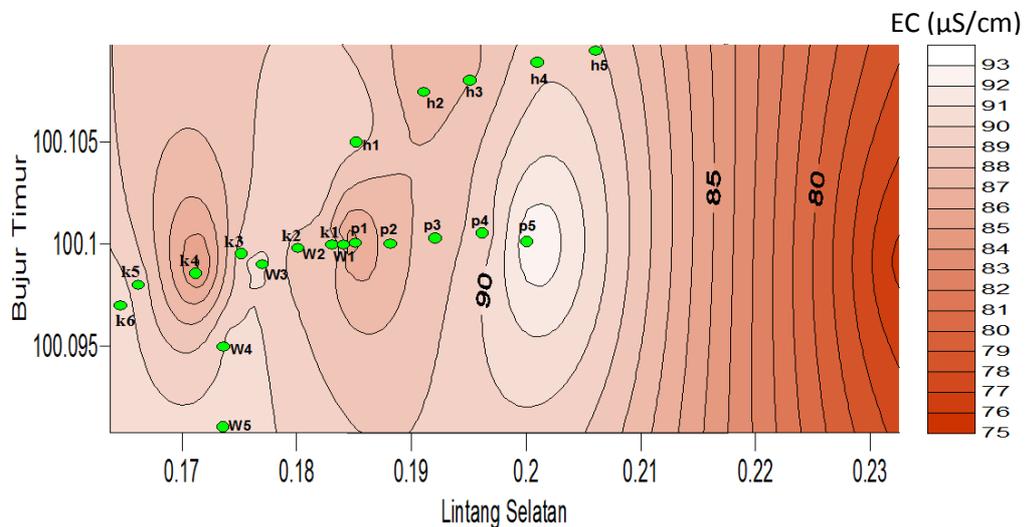


Gambar 4 Nilai EC rata-rata di empat lokasi Danau Maninjau

#### 3.2.1 Nilai EC pada setiap Lokasi di Danau Maninjau

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa pada lokasi di sekitar daerah wisata semakin menuju daerah wisata, nilai EC semakin tinggi dengan kenaikan yang tidak drastis. Hal ini dikarenakan semakin dekat dengan sekitar daerah wisata kontaminasi dari sampah-sampah wisatawan maupun pedagang dan KJA semakin banyak sehingga menyebabkan nilai EC naik. Nilai EC maksimum sampel pada lokasi wisata adalah sampel k6. Penyebabnya adalah jenis zat pencemar yang mengkontaminasi lokasi ini yaitu sampah-sampah cair dari pedagang atau wisatawan yang dibuang pada danau, sehingga kandungan garam pada lokasi ini menjadi naik. Tingginya kandungan garam pada suatu perairan menyebabkan nilai hantar listrik pada perairan tersebut baik dengan nilai EC yang tinggi (Ayu, dkk., 2006). Pada lokasi di sekitar karamba semakin menuju pusat karamba semakin tinggi nilai EC yang diperoleh. Pada lokasi yang semakin mendekati ke pusat karamba semakin banyak zat yang mempengaruhi nilai EC pada lokasi tersebut. Nilai maksimum yang diperoleh adalah pada titik yang semakin dekat dengan karamba karena pada lokasi tersebut nilai EC ditingkatkan dengan jumlah KJA yang banyak

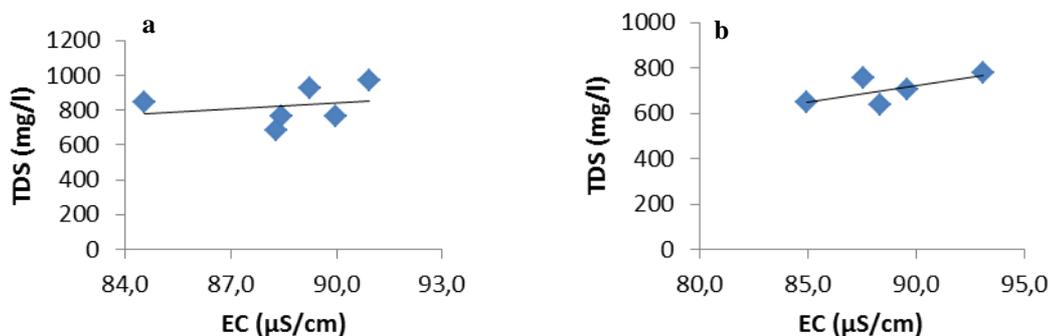
terdapat pada lokasi ini. Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa pada lokasi di sekitar pemukiman nilai EC yang diperoleh pada lokasi p2, p3, p4 dan p5 semakin tinggi. Hal ini disebabkan pada lokasi ini kontaminasi zat-zat di sekitar pemukiman semakin banyak. Tingginya nilai EC yang diperoleh pada p5 karena banyaknya kontaminasi air danau disekitar kawasan tersebut, baik dengan sisa-sisa makanan dari warga, sampah-sampah kecil ataupun aktivitas warga lainnya seperti kontaminasi dari sabun cuci ataupun sabun mandi. Hal ini lah yang menyebabkan meningkatnya kandungan garam pada daerah ini, sehingga kemampuan air tersebut dalam menghantarkan listrik meningkat. Dari Gambar 5 pada area di sekitar hutan nilai untuk sampel w2 dari area hutan hingga sampel w4 diperoleh nilai yang sebanding. Semakin dekat ke area hutan maka semakin tinggi nilai EC yang diperoleh. Namun pada titik terakhir nilai EC menurun sangat drastis dan pada sampel h1 pengambilan sampel nilai EC lebih tinggi dibandingkan dengan h2. Pada lokasi hutan ini nilai EC yang diperoleh tidak jauh berbeda untuk setiap nilai sampel. Hal ini disebabkan karena pada lokasi hutan, air danau sedikit terkontaminasi dari zat-zat luar yang membuat kadar garam pada perairan di daerah ini juga tidak meningkat sehingga nilai EC juga tidak begitu tinggi seperti daun-daun dan ranting pohon yang tidak dapat menghantarkan listrik dengan baik.

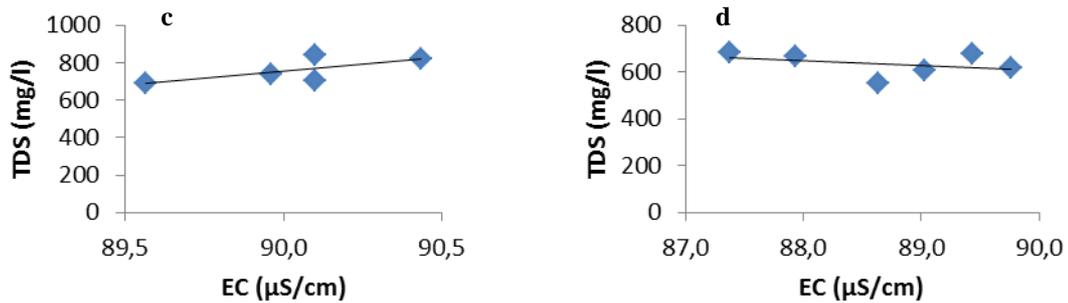


Gambar 5 Peta Kontur nilai EC pada empat lokasi Danau Maninjau

### 3.3 Hubungan TDS dengan EC

Hubungan antara TDS dan EC untuk ke-empat lokasi di Danau Maninjau dapat dilihat pada Gambar 6. Dari Gambar 6 (a-d) dapat dilihat bahwa TDS dan EC mempunyai hubungan yang cenderung linear dengan koefisien korelasi antara 0,0664 dan 0,4972.





Gambar 6 Hubungan TDS terhadap EC pada empat lokasi Danau Maninjau  
( a : sekitar karamba, b : sekitar pemukiman, c : sekitar daerah wisata, d : sekitar area hutan)

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian ini memperlihatkan nilai rata-rata total TDS Danau Maninjau pada tahun 2015 adalah 734,1 mg/l yang meningkat drastis dibandingkan dengan nilai TDS pada tahun 2007 yaitu 115,83 mg/l. Nilai rata-rata TDS pada keempat lokasi di Danau Maninjau sudah cukup tinggi yaitu antara 650 mg/l dan 825,3 mg/l, namun masih berada di bawah ambang nilai TDS sebagai sumber air minum. Sumber utama padatan terlarut yang terdapat dalam perairan Danau Maninjau kemungkinan berasal dari sisa kegiatan KJA seperti sisa pakan dan metabolisme ikan. Sedangkan nilai EC rata-rata pada empat lokasi di Danau Maninjau yaitu antara 87 µS/cm dan 90 µS/cm, nilai ini berada jauh di atas nilai EC untuk perairan murni yaitu 5 µS/cm. Dari penelitian ini diketahui bahwa nilai TDS dan EC air Danau Maninjau memiliki hubungan yang cenderung linear.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Chang, C., Sommerfeldt T.G., Carefoot J.M dan Schaalje G.B., 1982, Relationship of Electrical Conductivity with Total Dissolved Salts and Cation Concentration of Sulfate-Dominant Soil Extracts, *Research Station, Agriculture Canada, Lethbridge*, Vol. 63, Hal 79-86.
- Das, R., Ranjan N.S., Kumar P.R., dan Mitra D., 2005, Role of Electrical Conductivity as an Indicator of Pollution in Shallow Lakes, *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, Vol.3, No.1, Hal 143-146.
- Djuhariningrum T., 2005, *Penentuan Total Zat Padat Terlarut dalam Memprediksi Kualitas Air Tanah dari berbagai Contoh Air*, Pusat Pengembangan Geologi Nuklir-Batan, Jakarta.
- Elfrida., 2011, Analisis Kandungan Organik dan Anorganik Sedimen Limbah Karamba Jaring Apung (KJA) di Danau Maninjau Propinsi Sumatera Barat, *Skripsi*, Ps UBH, Padang.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup., 1997, *Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup*, Jakarta.
- Mahida, U.N. 1986. *Pencemaran dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Rajawali Press, Jakarta.
- Marganof., 2007, Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat, *Disertasi*, PPs IPB, Bogor.
- Paul M.K dan Sen S., 2012, The Occurrence of TDS and Conductivity of Domestic Water in Lumding Town of Nowgong District of Assam, N.E. India, *Current World Environment*, Vol.7(2), Hal 251-258.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia., 2010, Nomor 492/Menkes/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Jakarta.
- Yuliani A., 2013, Pengaruh Formasi Batuan terhadap Karakteristik Hidrokimia Lima Sumber Mata Air Panas di Daerah Sapan, Pinang Awan, Kecamatan Alam Pauah Duo, Kabupaten Solok Selatan, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 2, No. 4.
- WHO, *Guidelines for Drinking Water Quality (2nd edn)*., WHO, Geneva (1993).
- LIPI, Gambaran Umum Danau Maninjau, <http://danau.limnologi.lipi.go.id>., diakses Februari 2015.