

DOI: doi.org/10.21009/0305020102

KAJIAN HUBUNGAN KONDUKTIVITAS LISTRIK DENGAN KONSENTRASI PADATAN TERLARUT PADA AIR PERMUKAAN

Fadhilah Irwan, Afdal, dan Indah Arlindia

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Andalas,
Kampus UNAND Limau Manis, Padang 25163

Email: aafdal@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk menentukan hubungan konduktivitas listrik dengan konsentrasi padatan terlarut, Total Dissolved Solid (TDS), pada tiga jenis air permukaan yaitu air laut, sungai dan danau. Sampel air laut diambil di Pantai Padang, air sungai di Sungai Batang Arau, dan air danau di Danau Diatas Alahan Panjang. Pada setiap lokasi, sampel diambil pada enam titik dengan jarak antar titik 500 m. Sampel air laut diambil pada tiga titik dekat objek wisata dan tiga titik dekat hutan tepi pantai. Sampel air sungai diambil masing-masing pada dua titik bagian hulu, tengah dan hilir sungai. Sampel air danau diambil mulai dari pusat lahan perikanan di tepi danau menuju tengah danau. Selain melihat hubungan antara konduktivitas listrik dan TDS untuk jenis air yang berbeda, juga diteliti hubungan antara kedua parameter tersebut untuk jenis air yang sama tetapi dengan tingkat pencemaran yang berbeda. Untuk itu diambil sampel air di Danau Maninjau di empat lokasi yang berbeda, yaitu disekitar lokasi karamba, di sekitar lokasi pemukiman, sekitar daerah wisata dan sekitar area hutan. Nilai TDS ditentukan dengan metode gravimetry dan konduktivitas listrik diukur dengan *conductivity meter*. Rata-rata nilai TDS pada air laut sebesar 23886,7 mg/l, air sungai sebesar 1873,3 mg/l dan air danau sebesar 546,7 mg/l. Rata-rata nilai konduktivitas listrik untuk air laut sebesar 177,9 $\mu\text{S/cm}$, air sungai sebesar 139,1 $\mu\text{S/cm}$ dan air danau 80,6 $\mu\text{S/cm}$. Hubungan TDS dengan konduktivitas listrik pada air laut tidak dapat dilihat karena nilai TDS sangat beresilasi dengan perubahan konduktivitas listrik. Hubungan TDS dengan konduktivitas listrik air sungai linier pada konduktivitas listrik yang kecil dan mulai tidak linier pada nilai konduktivitas listrik tinggi. Model terbaik hubungan antara TDS dan konduktivitas listrik pada air sungai dan air danau adalah model polinomial orde-2 dengan koefisien korelasi 0,9506 untuk air sungai dan 0,9896 untuk air danau Diatas. Dari penelitian ini juga diketahui bahwa nilai TDS dan konduktivitas listrik air Danau Maninjau memiliki koefisien korelasi linier antara 0,0664 dan 0,4972 tetapi masih cenderung linear.

Kata-kata kunci: *gravimetry, konduktivitas listrik, Total Dissolved Solid (TDS)*

Abstract

A study to determine relationship between the electrical conductivity and total dissolved solid (TDS) in three types of surface water (sea, river and lake water) has been conducted. Sea water samples were taken on Padang beach, river water samples were taken on Batang Arau river and lake water samples on Diatas lake of Alahan Panjang. At each location, water samples were taken at six points at every 500 m distance. Sea water samples were taken at three points near the tourist attractions and at three points near the seaside. River water samples were taken at two points at upstream, midstream and downstream of the river respectively. Lake water samples were taken from the lake sides towards the middle of the lake. TDS value was determined by using gravimetry method and electrical conductivity values measured by conductivity meter. The average value of TDS of sea water is 23886.7 mg/l, the river water is 1873.3 mg/l and the lake water is 546.7 mg/l. The average value of the electrical conductivity of sea water is 177.9 $\mu\text{S/cm}$, the river water is 139.1 $\mu\text{S/cm}$ and the lake water is 80.6 $\mu\text{S/cm}$. TDS relationship with the electrical conductivity of the sea water can not be determined because of TDS values are oscillated with electrical conductivity. TDS relationship with the electrical conductivity is linear at small electrical conductivity value and it is not linear at high electrical conductivity value for the water samples of the river and the lake. The best model for the relationship between TDS and the electrical conductivity of the river and lake Diatas water are the second degree polynomial models with correlation coefficient of 0.9506 and 0.9896 respectively. TDS and electrical conductivity values of Maninjau water lake have linier correlation coefficient between 0.0664 and 0.4972 but still show linear trends.

Keywords: *electrical conductivity, gravimetry, temperature, Total Dissolved Solid (TDS)*

1. Pendahuluan

Pencemaran air dapat disebabkan oleh kotoran, pestisida, pupuk, limbah pertanian, limbah rumah tangga dan limbah industri. Pencemaran tersebut menyebabkan penurunan kualitas air dimana terjadi perubahan fisik, kimia dan biologis air^[1]. Beberapa parameter yang dapat digunakan untuk penentuan kualitas air adalah konduktivitas listrik dan kandungan bahan-bahan di dalamnya. Bahan-bahan di dalam air dapat berupa bahan organik, bahan anorganik, logam dan non logam yang dapat berwujud padatan maupun cairan. Zat padat di dalam air secara umum dapat dibedakan menjadi dua, yaitu padatan terlarut dan padatan tersuspensi^[2].

Pengukuran zat padat terlarut dapat dilakukan dengan metode gravimetry dan konduktivitas listrik. Metode gravimetry merupakan metode langsung dalam pengukuran jumlah zat padat terlarut yang biasanya dinyatakan dalam besaran total dissolved solid (TDS). TDS merupakan jumlah padatan yang berasal dari material-material terlarut yang dapat melewati filter yang lebih kecil daripada 2 μm ^[3]. Metode gravimetry merupakan metode standar, namun metode ini harus dilakukan di laboratorium dan membutuhkan waktu yang lama^[4]. Oleh karena itu, diperlukan metode alternatif untuk pengukuran TDS tersebut.

Metode lain yang dapat digunakan untuk pengukuran nilai TDS melalui pengukuran konduktivitas listrik^[2]. Konduktivitas listrik adalah ukuran kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. Arus listrik di dalam larutan dihantarkan oleh ion yang terkandung di dalamnya. Banyaknya ion di dalam larutan juga dipengaruhi oleh padatan terlarut di dalamnya. Semakin besar jumlah padatan terlarut di dalam larutan maka kemungkinan jumlah ion dalam larutan juga akan semakin besar, sehingga nilai konduktivitas listrik juga akan semakin besar. Jadi, dapat dilihat bahwa terdapat hubungan antara jumlah zat padat terlarut yang dinyatakan dengan TDS dengan nilai konduktivitas listrik. Selain itu, pengukuran konduktivitas listrik jauh lebih cepat dan tidak mahal, oleh karena itu pengukuran zat padat terlarut dengan konduktivitas listrik lebih menguntungkan daripada pengukuran TDS secara langsung untuk analisis kimia^[5]. Pengukuran konduktivitas listrik jauh lebih mudah daripada pengukuran TDS langsung^[6].

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian tentang hubungan TDS dan konduktivitas listrik, tetapi belum diperoleh hubungan yang jelas antara keduanya. Dari penelitian terhadap air Danau Subhas Sarovar dan Rabindra Sarovar, Kolkata, India ditemukan bahwa nilai konduktivitas listrik meningkat seiring dengan meningkatnya nilai TDS^[6]. Hubungan antara konduktivitas listrik dengan TDS ditemukan dan diketahui keduanya memiliki

hubungan yang kompleks yang tergantung pada komposisi kimia dan kekuatan ion dalam larutan tersebut^[5,4].

Untuk mengetahui bagaimana hubungan TDS terhadap konduktivitas listrik maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Pada penelitian ini dilakukan penelitian untuk melihat hubungan antara konduktivitas listrik dengan TDS pada tiga tipe perairan yaitu air sungai, air danau, dan air laut..

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini digunakan tiga jenis air yaitu air laut, air sungai, dan air danau. Air laut diambil di Pantai Padang, air sungai diambil di Sungai Batang Arau, sedangkan air danau diambil di Danau Diatas. Pada setiap lokasi, sampel diambil pada enam titik dengan jarak antar titik 500 m. Sampel air laut diambil pada dua lokasi yang berbeda yaitu tiga titik di lokasi dekat objek wisata dan tiga titik di lokasi hutan tepi pantai. Sampel air sungai diambil pada 6 titik, masing-masing dua titik pada bagian hulu, tengah dan hilir sungai. Sampel air danau dimulai dari pusat lahan perikanan pinggir danau menuju tengah danau sebanyak 6 titik sampel. Selain melihat hubungan antara konduktivitas listrik dan TDS untuk jenis air yang berbeda, juga diteliti hubungan antara kedua parameter tersebut untuk jenis air yang sama tetapi dengan tingkat pencemaran yang berbeda. Untuk itu diambil sampel air di Danau Maninjau di empat lokasi yang berbeda, yaitu disekitar lokasi karamba, di sekitar lokasi pemukiman, sekitar daerah wisata dan sekitar area hutan.

Pengukuran TDS dilakukan dengan metode gravimetry. Gelas beaker dibersihkan dan dipanaskan pada suhu 105°C selama 1 jam di dalam oven, kemudian didinginkan dan ditimbang. Sampel diaduk hingga homogen dan kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring whatmann no. 41 sebanyak 25 ml. Sampel yang telah disaring dipanaskan menggunakan hot plate dengan suhu 250°C selama 1 jam hingga gelas beaker kering. Gelas beaker yang telah kering yang berisi residu dipanaskan lagi dengan oven pada suhu 105°C selama 1 jam agar tidak ada sisa larutan pada dinding gelas beaker. Gelas beaker yang telah dipanaskan ditimbang dengan timbangan digital dan didapatkan massa gelas beaker tambah residu.

Pengukuran konduktivitas listrik dilakukan dengan menggunakan *conductivity meter* dengan membersihkan elektrodanya terlebih dahulu dengan menggunakan aquades. Setelah dibersihkan elektroda dicelupkan ke dalam sampel dan dicatat nilai konduktivitas listriknya untuk setiap sampel.

3. Hasil dan Pembahasan

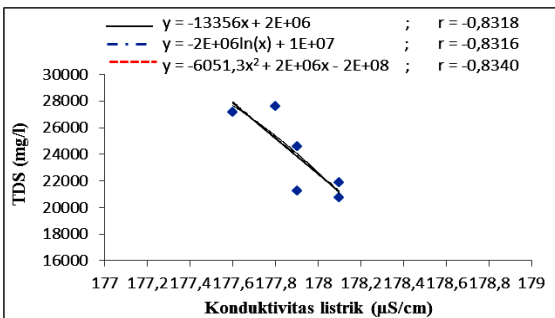
TDS pada sampel air laut paling tinggi berkisar antara 20000 mg/l hingga 27000 mg/l dengan rata-rata 23886,7 mg/l. Nilai TDS sampel air sungai

berkisar 500 mg/l hingga 5000 mg/l dengan rata-rata 1873,3 mg/l. Nilai TDS sampel air danau Diatas berkisar antara 200 mg/l hingga 1040 mg/l dengan rata-rata 546,7 mg/l. Tingginya nilai TDS pada air laut ini karena kandungan garam yang menyebabkan banyaknya padatan terlarutnya. Padatan terlarut pada air sungai lebih tinggi daripada air danau karena banyaknya aktifitas masyarakat dan aktifitas perindustrian di sepanjang aliran sungai, sedangkan padatan terlarut pada air danau hanya berasal dari sisa aktifitas perikanan dan sisa metabolisme ikan pada lahan perikanan.

Nilai konduktivitas listrik di lokasi Pantai Padang berkisar antara 177,6 $\mu\text{S/cm}$ hingga 178,1 $\mu\text{S/cm}$ dengan rata-rata 177,9 $\mu\text{S/cm}$. Nilai konduktivitas listrik pada Sungai batang Arau berkisar antara 95,5 $\mu\text{S/cm}$ hingga 175,9 $\mu\text{S/cm}$ dengan rata-rata 139,1 $\mu\text{S/cm}$. Nilai konduktivitas listrik pada air Danau Diatas lebih rendah berkisar antara 74,1 $\mu\text{S/cm}$ hingga 100,3 $\mu\text{S/cm}$ dengan rata-rata 80,6 $\mu\text{S/cm}$. Air laut memiliki nilai konduktivitas listrik yang lebih tinggi karena kandungan garam terlarut yang tinggi sehingga mengandung lebih banyak ion di dalam air laut yang membuat tingginya nilai konduktivitas listrik pada air laut.

Hubungan TDS dengan Konduktivitas Listrik

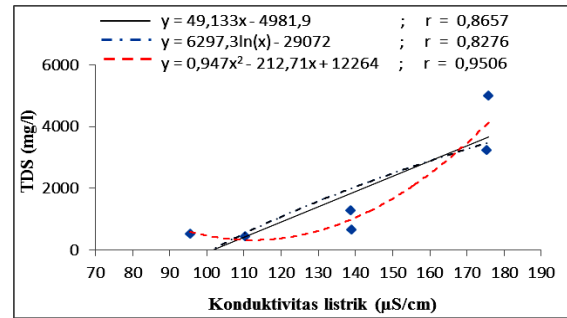
Hubungan TDS dengan konduktivitas listrik pada ketiga jenis air dapat dilihat pada Gambar 1 sampai Gambar 3. Gambar 1 menunjukkan hubungan TDS dengan konduktivitas listrik pada air laut. Dari Gambar 1 dapat dilihat hubungan antara TDS dengan konduktivitas listrik kurang terlihat jelas. Perubahan nilai konduktivitas listrik yang diperoleh cukup kecil, sedangkan nilai TDSnya beresilasi.



Gambar 1 Hubungan TDS dengan konduktivitas listrik sampel air laut

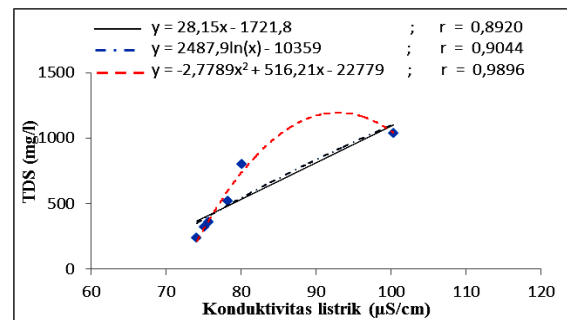
Gambar 2 menunjukkan hubungan TDS dengan konduktivitas listrik pada air sungai. Pada Gambar 2 terlihat bahwa nilai TDS naik terhadap kenaikan nilai konduktivitas listrik. Terdapat hubungan yang linier pada nilai konduktivitas listrik yang kecil dan mulai tidak linier pada nilai konduktivitas listrik yang besar. Gambar 2 juga menampilkan beberapa model hubungan TDS dengan konduktivitas listrik. Dari ketiga model tersebut, model polinomial orde-2 yang

baik karena nilai koefisien korelasinya paling tinggi yaitu $r = 0,9506$.



Gambar 2 Hubungan TDS dengan konduktivitas listrik sampel air sungai

Gambar 3 menunjukkan hubungan TDS dengan konduktivitas listrik pada air danau. Sama halnya dengan air sungai, TDS pada air danau meningkat dengan peningkatan nilai konduktivitas listrik. Hubungan TDS dengan konduktivitas listrik linier pada rentang 70-80 $\mu\text{S/cm}$, sedangkan untuk nilai konduktivitas listrik yang lebih besar, hubungannya mulai tidak linier. Gambar 3 juga menampilkan tiga model hubungan TDS dengan konduktivitas listrik untuk air danau. Model yang terbaik adalah model polinomial orde-2 dengan koefisien korelasi $r = 0,9896$.

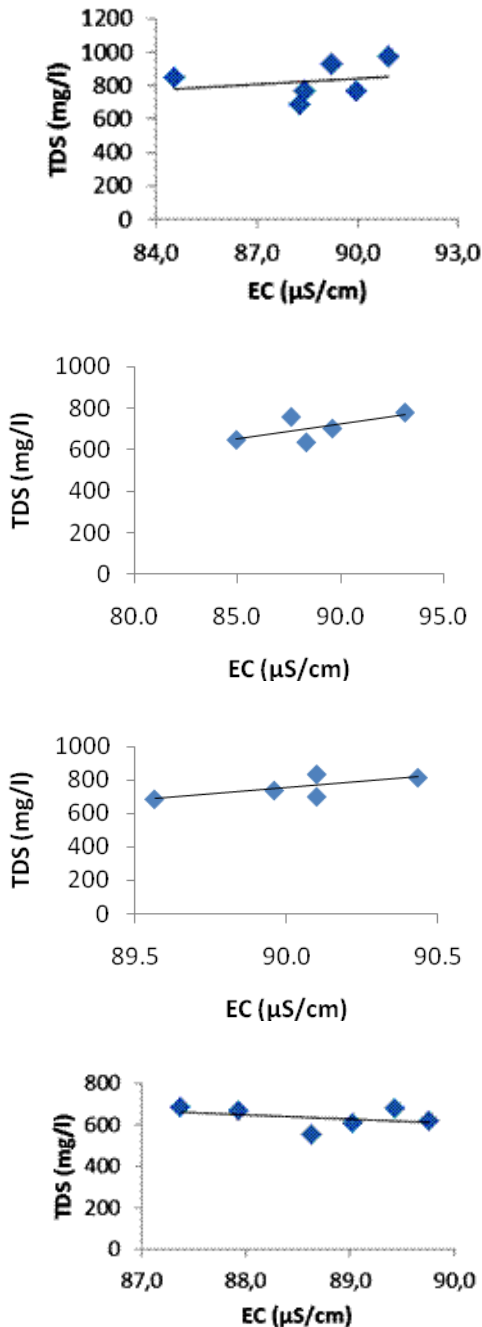


Gambar 3 Hubungan TDS dengan konduktivitas listrik pada air danau

Hubungan TDS dengan Konduktivitas Listrik untuk Danau Maninjau

Nilai TDS rata-rata di keempat lokasi danau Maninjau cukup tinggi yaitu antara 650 mg/l dan 825,3 mg/l. 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. Nilai EC rata-rata pada empat lokasi di Danau Maninjau yaitu antara 87 $\mu\text{S/cm}$ dan 90 $\mu\text{S/cm}$, nilai ini berada jauh di atas nilai perairan murni yaitu 5 $\mu\text{S/cm}$ (Mustaqihul, 2009). Namun nilai EC untuk ke-empat lokasi ini berada jauh di bawah

ambang nilai EC sebagai sumber air minum yaitu 1500 mS/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.



Gambar 4 Hubungan TDS terhadap EC pada empat lokasi Danau Maninjau (a: sekitar karamba, b : sekitar pemukiman, c : sekitar daerah wisata, d : sekitar area hutan)

Hubungan antara TDS dan konduktivitas listrik untuk ke-empat lokasi di Danau Maninjau dapat dilihat pada Gambar 4. Dari Gambar 4 (a-d) dapat dilihat bahwa TDS dan EC mempunyai hubungan yang cenderung linear dengan koefisien korelasi antara 0,0664 dan 0,4972.

4. Simpulan

Hubungan TDS dengan konduktivitas listrik air sungai linier pada konduktivitas listrik yang kecil dan mulai tidak linier pada nilai konduktivitas listrik tinggi. Model terbaik hubungan antara TDS dan konduktivitas listrik air sungai adalah model polinomial orde-2 dengan koefisien korelasi $r = 0,9506$. Begitu pula dengan air danau, hubungan TDS dengan konduktivitas listrik linier pada rentang konduktivitas listrik 70-80 µS/cm dan tidak linier untuk konduktivitas listrik tinggi. Model terbaik yang menghubungkan antara TDS dengan konduktivitas listrik air danau adalah model polinomial orde-2 yaitu dengan koefisien korelasi $r = 0,9896$. Dari penelitian ini diketahui bahwa nilai TDS dan EC air Danau Maninjau memiliki koefisien korelasi linier antara 0,0664 dan 0,4972 tetapi masih cenderung linear.

Daftar Acuan

- [1] 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.
- [2] Herlambang, A., Pencemaran Air dan Strategi Penanggulangannya, *JAI*, Volume 2, Nomor 1, Peneliti Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT, halaman 16-28 (2006).
- [3] Djuhariningrum T., Pusat Pengembangan Geologi Nuklir-Batan, Jakarta (2005)Djuhariningrum T., 2005, *Penentuan Total Zat Padat Terlarut dalam Memprediksi Kualitas Air Tanah dari berbagai Contoh Air*, Pusat Pengembangan Geologi Nuklir-Batan, Jakarta.
- [4] 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.
- [5] Hayashi, M., Environmental Monitoring and Assessment 96, halaman 119-128 (2003).
- [6] 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.