

## Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur *Total Dissolved Solids* (TDS) dan Tingkat Kekeruhan Air

Rahmi Putri Wirman✉, Indrawata Wardhana, dan Vandri Ahmad Isnaini

Jurusan Fisika UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi, Indonesia

### Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima:  
4 Desember 2018

Disetujui:  
11 Juli 2019

Dipublikasikan:  
15 Juli 2019

*Keywords:*  
*Measuring*  
*Instrument,*  
*Turbidity, Total*  
*Dissolved Solids*

### ABSTRAK

*Total Dissolved Solids* (TDS) dan tingkat kekeruhan air merupakan parameter penentu kualitas air. Rancang bangun dan kajian tingkat akurasi alat ukur TDS dan tingkat kekeruhan air telah dilakukan dengan menggunakan piranti sensor yang murah dan mudah diperoleh. Pengujian alat menggunakan sampel air yang telah diberi pengotor zat pewarna (*Rhodamin B*) dan kopi. Hasil penelitian menunjukkan sensor-sensor mampu bekerja dengan baik dan memiliki tingkat akurasi yang lebih baik pada pengukuran sampel air dengan pengotor kopi. Pada sampel air dengan pengotor zat pewarna, sensor tidak bekerja cukup baik dikarenakan sifat partikel zat warna yang larut di dalam air memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan dengan partikel kopi.

### ABSTRACT

*Total Dissolved Solids* (TDS) and water turbidity level are determinants of water quality parameters. The development and study of the measurement accuracy for the TDS and water turbidity meter have been carried out using affordable and accessible sensor components. The instruments were tested by using a water sample with impurities of dye (*Rhodamine B*) and coffee particles. The results showed that the sensors worked well and resulted better level of accuracy in measuring water samples with coffee impurities. In contrast, the sensor did not work satisfactorily for water samples with dye impurities, because the dye particle which dissolved in water are smaller in size compared to coffee particles.

## PENDAHULUAN

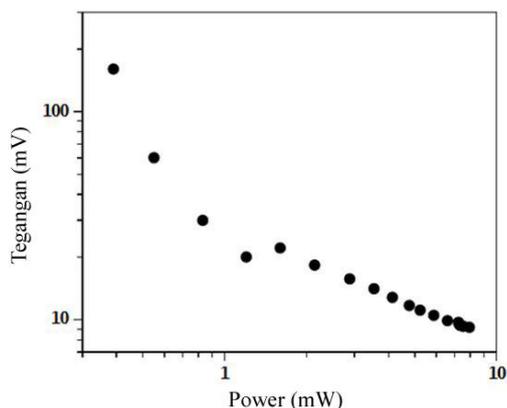
Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi makhluk hidup. Saat ini, pencemaran air telah terjadi akibat berbagai kegiatan manusia yang menghasilkan limbah dari kegiatan rumah tangga, industri, peternakan, pertanian dan kegiatan lainnya. Kebutuhan air semakin besar sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Seperti yang terjadi pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Semarang yang hanya dapat memberikan pasokan air bersih sebesar 1.800 liter per detik. Untuk ukuran dan jumlah penduduk di Kota Semarang dibutuhkan pasokan air bersih dari PDAM sebesar 3.500 liter per detik (Alihar, 2018). Di Indonesia, peraturan tentang kualitas air minum tertuang pada Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492 tahun 2010 yang menyatakan bahwa air minum yang aman bagi manusia adalah air yang telah ditentukan parameter-parameternya berdasarkan uji fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif. Parameter kualitas air bersih juga diatur oleh Peraturan Menteri Perindustrian RI No. 78 tahun 2016 dengan ketentuan tingkat kekeruhan air bersih sebesar 25 NTU dan *Total Dissolved Solids* (TDS) sebesar 1500 mg/L. Secara fisis, indikator air bersih yaitu air yang bening, tidak berwarna, dan tidak berbau. Sedangkan secara optis, air yang tercampur oleh bahan pengotor keadaannya akan berubah warna, dan tingkat kekeruhannya. Tingkat kekeruhan air dipengaruhi oleh kadar partikel yang terlarut di dalamnya. Secara umum, kondisi ini disebut dengan *Total Dissolved Solids* pada air.

Parameter perubahan warna dan tingkat kekeruhan air inilah yang menjadi dasar dalam pembuatan alat ukur TDS dan tingkat kekeruhan air (*turbidimeter*). Alat ini telah banyak dijual, namun harganya yang masih tinggi. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan alat ukur kualitas air yang murah dan proses pembuatannya mudah namun dengan tingkat akurasi yang baik.

## METODE

Sensor TDS dibangun menggunakan komponen-komponen tertentu. Sensor tersebut bekerja menggunakan mikrokontroler Arduino dengan modul dan bahasa pemrogramannya yang bersifat *opensource* dengan data keluaran sensor berupa data analog (volt). Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa Python yang ditanam menggunakan aplikasi IDE Arduino. Alat ukur ini bekerja menggunakan sumber listrik DC 7-12 volt dan bisa digantikan dengan baterai 9 volt untuk fungsi *mobile*.

Sensor TDS menggunakan prinsip kerja dua elektroda yang terpisah untuk mengukur nilai konduktivitas listrik dari cairan sampel (McCleskey, 2011). Sifat elektrolit atau kandungan partikel ion dari suatu cairan akan mempengaruhi hasil pengukuran konduktivitas listrik pada sensor TDS. Sedangkan untuk sensor tingkat kekeruhan air memanfaatkan perubahan intensitas cahaya yang ditransmisikan melewati sampel dari sumber cahaya. Sensor ini bekerja menggunakan prinsip kerja *light dependent resistor* (LDR) yang sangat sensitif terhadap cahaya. Fenomena ini dapat dilihat pada grafik hubungan antara tingkat intensitas cahaya dengan resistivitas LDR pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antara intensitas cahaya dengan resistivitas dari LDR (Da Silva, 2006).

Sampel uji yang digunakan adalah air yang diproduksi oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang kemudian difiltrasi ulang. Variasi sampel yang digunakan yaitu variasi bahan pengotor air, zat pewarna kain (Rhodamin B), dan bubuk kopi. Masing-masing pengotor ini divariasikan menjadi enam macam komposisi sampel dengan kandungan pengotor sebesar 0 mg/L, 333,33 mg/L, 500 mg/L, 3000 mg/L, 4500 mg/L, dan 6000 mg/L seperti yang ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 2. Sampel air dengan variasi kandungan pengotor.

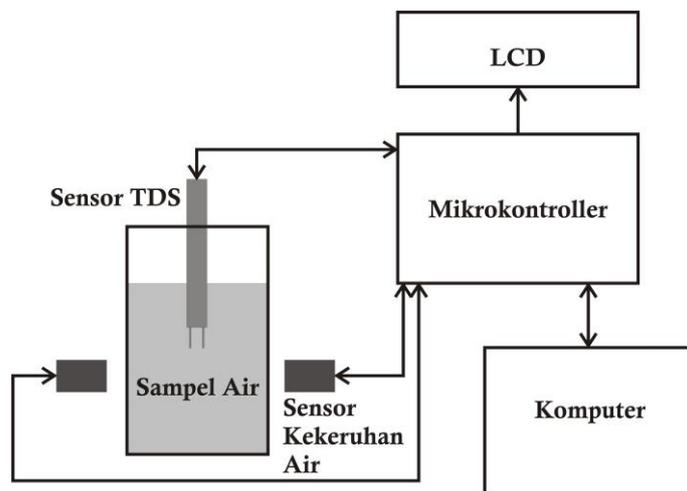
Sampel-sampel ini diuji pada Laboratorium Balai Lingkungan Hidup Daerah (BLHD) Provinsi Jambi sebagai acuan kalibrasi dan penentu tingkat akurasi. Pengukuran *Total Dissolved Solids* (TDS) dari sampel air menggunakan metode gravimetri dengan standar SNI 06-6989.27-2005. Gravimetri adalah suatu proses penentuan kadar unsur atau komponen dari suatu zat setelah dilakukan pemurnian atau pemisahan (Khopkar & Saptorahardjo, 1990). Sedangkan pengukuran tingkat kekeruhan air menggunakan alat ukur *Turbidimeter* dengan merk Eutech dengan standar pengukuran SNI 06-2413-1991. Selain pengukuran dari BLHD, nilai TDS sampel air juga diukur menggunakan TDS meter merk Xiaomi untuk data pembandingan.

Data hasil BLHD juga digunakan untuk mencari persamaan konversi bacaan pengukuran sensor dalam bentuk satuan volt ke satuan mg/L untuk TDS dan satuan NTU untuk tingkat kekeruhan air. Persamaan konversi ini ditanamkan pada bahasa pemrograman supaya alat ukur ini secara otomatis menampilkan data dengan satuan yang telah baku. Keseluruhan pengukuran sampel air dilakukan dalam keadaan temperatur ruang laboratorium. Proses pengolahan data, uji komparasi

dan uji akurasi data menggunakan software Originlab untuk menganalisa kemiripan pola dan tingkat akurasi pengukuran antara alat yang dibuat dengan alat yang sudah terkalibrasi.

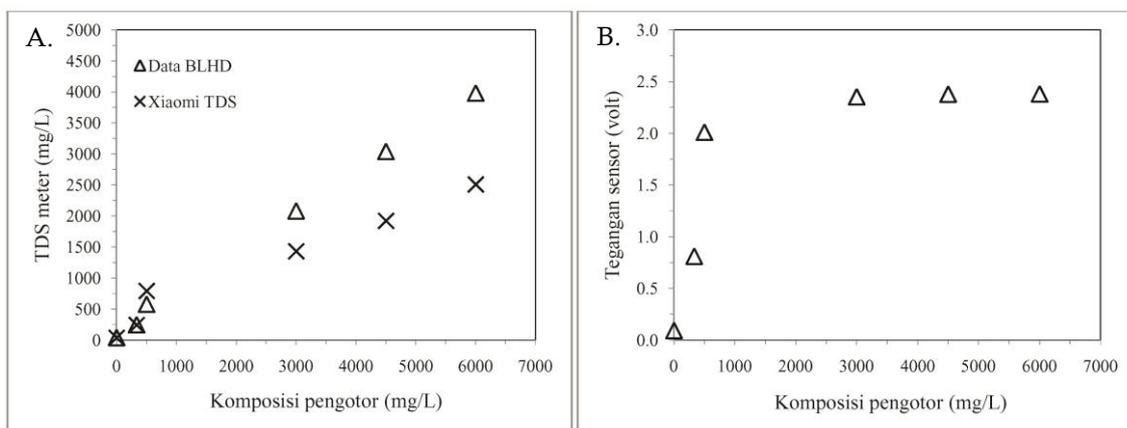
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Alat ukur TDS dan tingkat kekeruhan air dirancang seperti pada Gambar 3. Alat ini diuji untuk mengukur 11 macam sampel air. Hasil pengukuran ini selanjutnya dibandingkan dengan hasil pengukuran dari alat BLHD yang telah terkalibrasi.



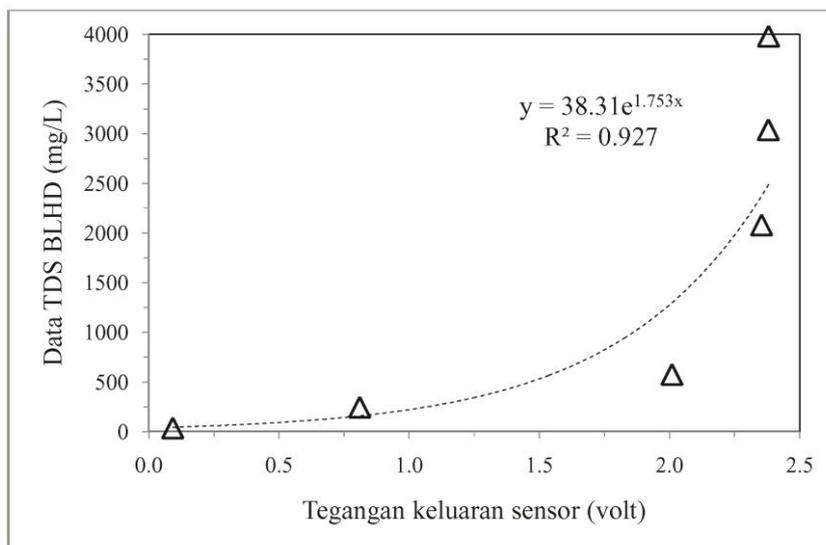
Gambar 3. Skema alat ukur TDS dan tingkat kekeruhan air.

Hasil pengukuran TDS dari BLHD untuk sampel air dengan pengotor zat pewarna menunjukkan hasil distribusi yang linier terhadap peningkatan kandungan zat pewarna. Begitu juga dengan hasil pengukuran Xiaomi TDS meter menunjukkan pola hasil pengukuran yang sama, dengan tingkat koefisien korelasi antara alat BLHD dengan Xiaomi TDS meter sebesar 0,99. Alat yang dikembangkan (sensor A) didapatkan pola hasil pengukuran yang distribusinya meningkat dengan tidak teratur seperti pada Gambar 4.



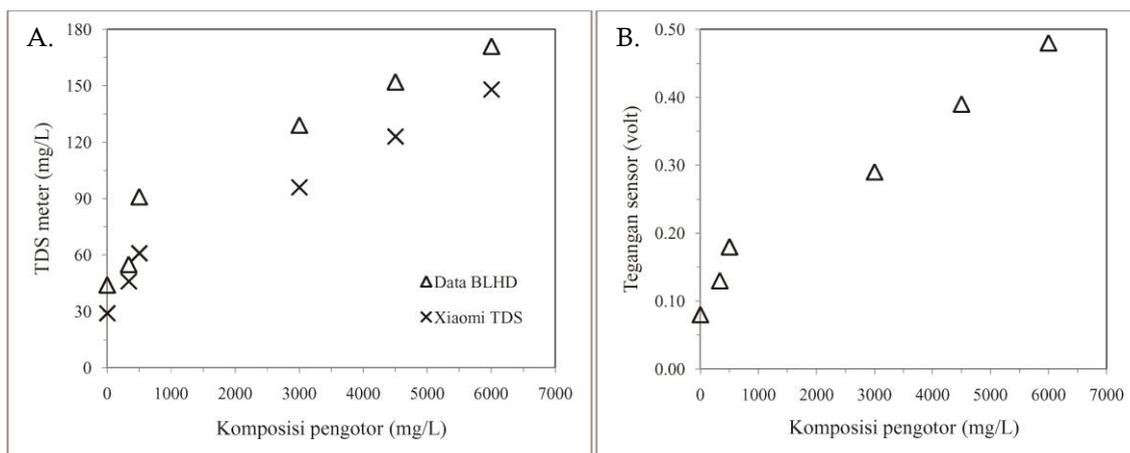
Gambar 4. Hasil pengukuran TDS untuk sampel air dengan pengotor zat pewarna (A.)Alat BLHD dan Xiaomi TDS meter, (B.)Sensor A.

Hasil pengukuran TDS pada sensor A tidak memiliki kesamaan pola yang bagus dengan hasil pengukuran dengan menggunakan alat BLHD dan Xiaomi TDS meter, dengan nilai koefisien korelasi antara hasil pengukuran alat BLHD dan sensor A sebesar 0,79. Pengukuran sampel air dengan pengotor zat pewarna menggunakan sensor A memiliki tingkat akurasi yang kurang baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil komparasi antara hasil pengukuran sensor A (volt) dengan hasil pengukuran alat BLHD (mg/L), dengan persamaan konversinya  $y = 38.31e^{1.753x}$  seperti pada Gambar 5.



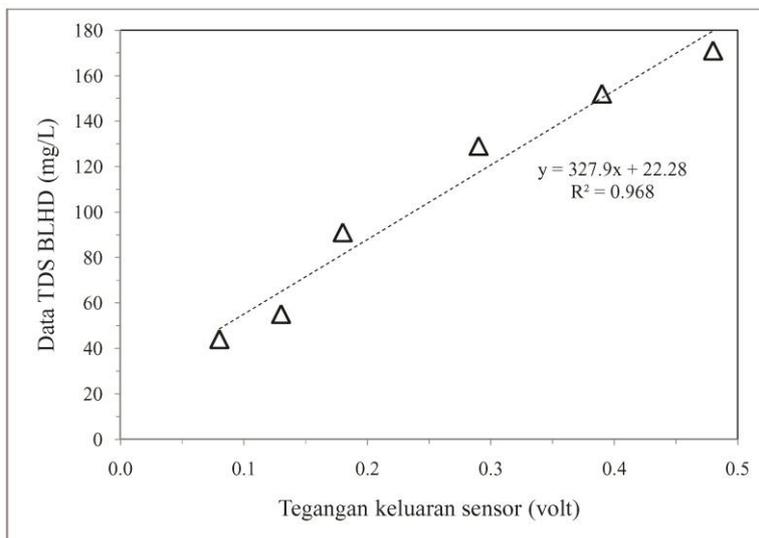
Gambar 5. Hubungan pengukuran TDS antara sensor A dengan alat BLHD pada sampel air dengan pengotor zat pewarna.

Sampel air dengan pengotor kopi, hasil pengukuran TDS menunjukkan hasil dengan pola yang bagus. Hasil pengukuran dari sensor A memperlihatkan pola yang sama (peningkatan secara linier) dengan alat BLHD dan alat ukur Xiaomi TDS meter. Koefisien korelasi antara alat BLHD dengan Xiaomi TDS meter bernilai 0,99 dan dengan sensor A bernilai 0,98.



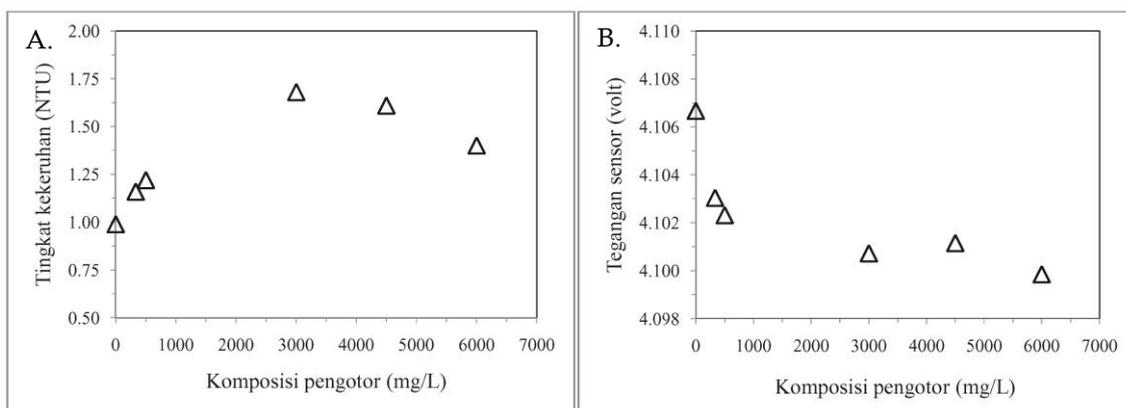
Gambar 6. Hasil pengukuran TDS untuk sampel air dengan pengotor kopi (A.)Alat BLHD dan Xiaomi TDS meter, (B.)Sensor A.

Kesamaan pola hasil pengukuran TDS pada sampel air dengan pengotor kopi menunjukkan sensor A memiliki akurasi pengukuran yang bagus. Hasil komparasi antara sensor A dengan alat BLHD juga menunjukkan persamaan konversi yang linier yaitu  $y = 327.9x + 22.28$  seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



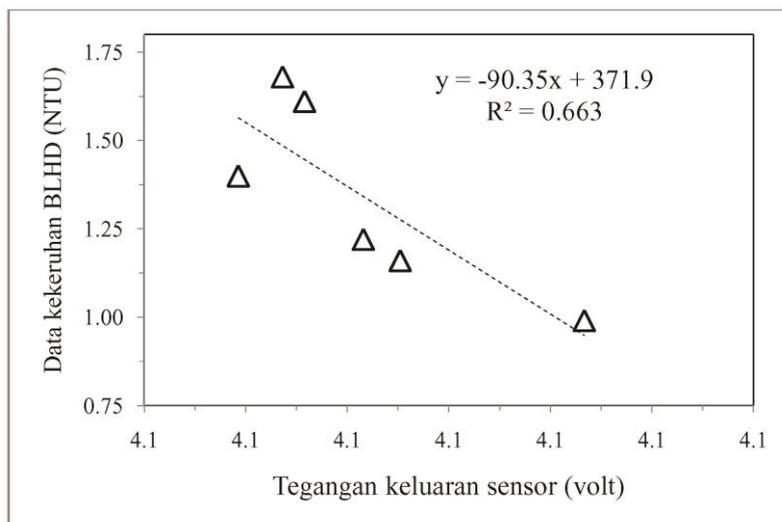
Gambar 7. Hubungan pengukuran TDS antara sensor A dengan alat BLHD pada sampel air dengan pengotor kopi.

Pengukuran tingkat kekeruhan air oleh sensor B menunjukkan semakin tinggi tingkat kekeruhan dari sampel air maka semakin rendah tegangan yang dihasilkan oleh sensor. Sampel air dengan pengotor zat pewarna didapatkan hasil pengukuran alat BLHD dan sensor B dengan kesamaan pola yang tidak bagus, dengan nilai koefisien korelasinya sebesar (-)0,82.



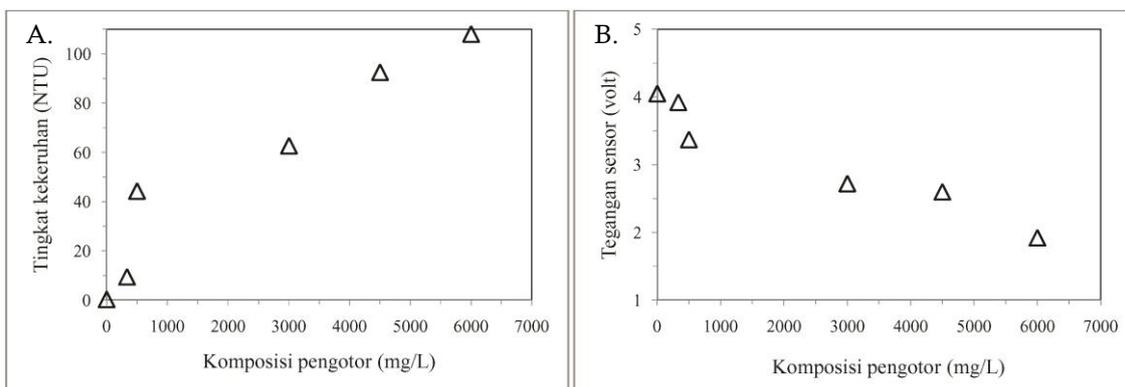
Gambar 8. Hasil pengukuran tingkat kekeruhan untuk sampel air dengan pengotor zat pewarna (A.)Alat BLHD, (B.)Sensor B.

Hasil komparasi antara pengukuran sensor B dengan alat BLHD untuk sampel ini didapatkan persamaan konversinya sebesar  $y = -90.35x + 371.9$ . Grafik hubungan ini menunjukkan hubungan yang linier namun memiliki deviasi data yang cukup besar. Tingkat akurasi sensor B pada sampel air dengan pengotor zat pewarna memiliki tingkat akurasi yang kurang baik.



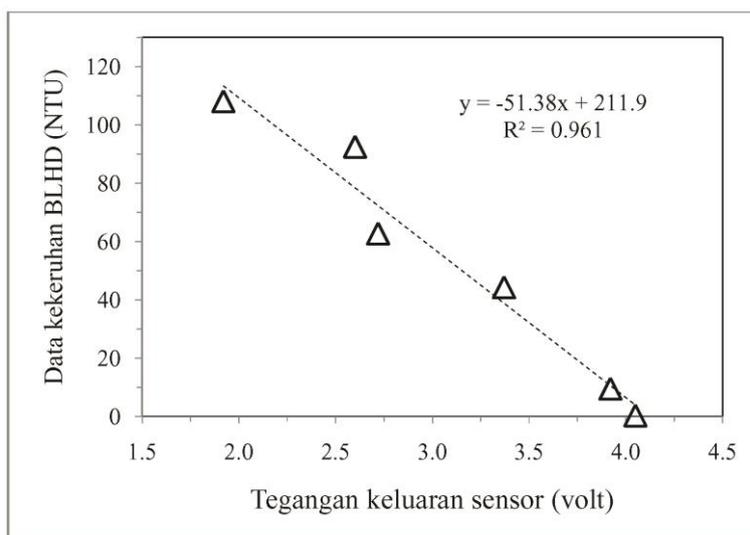
Gambar 9. Hubungan pengukuran tingkat kekeruhan antara sensor B dengan alat BLHD pada sampel air dengan pengotor zat pewarna.

Sampel air dengan pengotor kopi didapatkan hasil pengukuran tingkat kekeruhan air dengan pola yang sama antara pengukuran sensor B dengan alat BLHD, dengan nilai koefisien korelasinya sebesar (-)0.98.



Gambar 10. Hasil pengukuran tingkat kekeruhan untuk sampel air dengan pengotor kopi (A.) Alat BLHD, (B.) Sensor B.

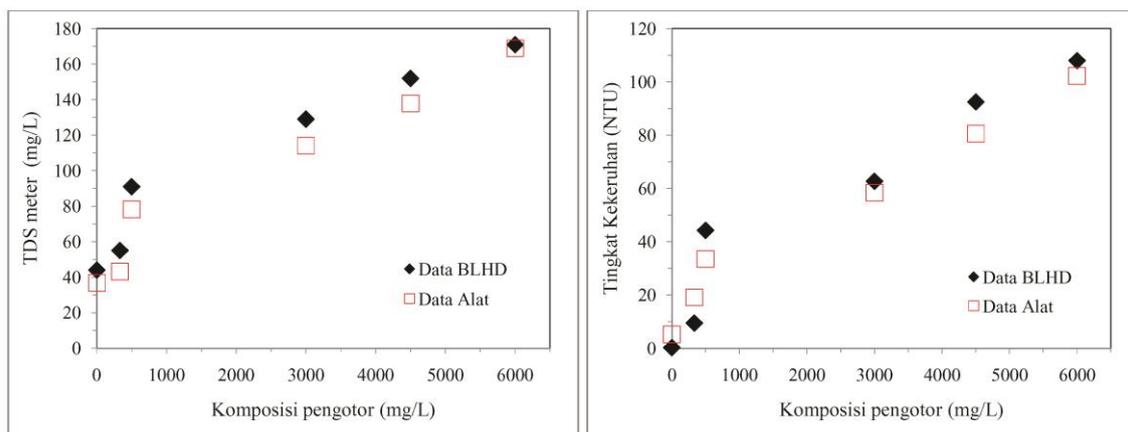
Hasil komparasi antara pengukuran sensor B dengan alat BLHD untuk sampel ini didapatkan persamaan konversinya sebesar  $y = -51.38x + 211.9$ . Grafik hubungan pada Gambar 11 telah menunjukkan hubungan yang linier dan deviasi data yang kecil sehingga tingkat akurasi sensor B pada sampel air dengan pengotor kopi memiliki tingkat akurasi yang cukup bagus.



Gambar 11. Hubungan pengukuran tingkat kekeruhan antara sensor B dengan alat BLHD pada sampel air dengan pengotor kopi.

Berdasarkan 11 variasi sampel yang telah diukur, didapatkan bahwa kinerja alat ukur kualitas air (sensor A dan B) bekerja dengan baik pada sampel air dengan pengotor kopi. Sedangkan untuk sampel air dengan pengotor zat pewarna, sensor-sensor memberikan data pengukuran yang sebarannya cukup lebar, sehingga tingkat akurasi tidak bagus. Persamaan konversi yang didapatkan pada percobaan kemudian diinput pada bahasa pemrograman, sehingga hasil bacaan alat sudah menunjukkan data dengan satuan yang sudah baku dan digunakan untuk melihat kinerja sensor. Hasil bacaan alat dapat dilihat pada Gambar 12. Data pengukuran TDS sampel antara alat BLHD dengan alat yang dibuat memiliki nilai koefisien korelasi sebesar 0,996 dengan tingkat akurasi (%R) sebesar 90,22. Data hasil pengukuran tingkat kekeruhan sampel antara alat BLHD dengan alat yang dibuat memiliki nilai koefisien korelasi sebesar 0,988 dengan tingkat akurasi (%R) sebesar 94,32. Alat ukur TDS dan tingkat kekeruhan air yang dibuat bekerja sangat baik untuk sampel air dengan pengotor kopi.

Hasil pengukuran akhir seperti ditunjukkan pada Gambar 12 hanya dilakukan pada sampel air dengan pengotor kopi. Sampel air dengan pengotor zat pewarna tidak dilanjutkan ke tahap akhir dikarenakan data pengukuran yang didapatkan pada percobaan sebelumnya menunjukkan nilai pengukuran yang tidak bagus. Hal ini disebabkan oleh pengaruh ukuran partikel zat pewarna yang sangat kecil dan mudah larut di dalam air. Ukuran partikel yang terlarut pada sampel mempengaruhi hasil pengukuran dari *turbidimeter*, dimana bentuk dan ukuran partikel akan mempengaruhi nilai intensitas dari transmisi dan hambur balik cahaya yang dibaca oleh sensor (Melik & Fogler, 1983). Sedangkan pada penentuan tingkat TDS dengan sensor lebih dipengaruhi oleh sifat hantar listrik pada cairan sampel. Sensor akan membaca nilai TDS tinggi apabila banyak kandungan partikel ion atau logam di dalam air (Iyasele & Idiata, 2015). Pengukuran ini akan mendapatkan hasil yang baik apabila ditunjang dengan teknik gravimetri sebagai data pembanding.



Gambar 12. Hasil pembacaan alat ukur terhadap sampel air dengan pengotor kopi setelah persamaan konversi diinput pada program.

Pada penelitian (Cahyani, Harmadi, & Wildian, 2016) telah dibuat sebuah TDS meter menggunakan sensor dari logam berbentuk silinder pejal, silinder berongga dan plat tipis, dimana hasil pengukuran dari alat ini mendapatkan nilai kesalahan di bawah 10%. Sedangkan pada penelitian (Putri & Harmadi, 2018), telah membuat alat ukur tingkat kekeruhan air dengan menggunakan sensor fotodiode array, dimana hasil pengukuran dari alat ini mendapatkan nilai kesalahan sebesar 2,96%. Hal ini menunjukkan bahwa alat ukur TDS meter dan tingkat kekeruhan air dapat dibuat dengan komponen-komponen yang murah dan mudah didapatkan serta menghasilkan data pengukuran yang baik.

## SIMPULAN

Alat ukur kualitas air (Parameter TDS dan kekeruhan) telah berhasil dibuat dengan komponen-komponen yang mudah didapatkan di pasaran dengan harga yang murah, proses pembuatannya yang mudah dan menggunakan modul komponen dan bahasa pemrograman yang *opensource*. Sensor pada alat ukur ini bekerja cukup baik dan akurat pada pengukuran sampel air dengan pengotor kopi. Namun tidak memberikan hasil pengukuran yang baik pada sampel air dengan pengotor zat pewarna. Hal ini disebabkan partikel zat pewarna larut sempurna di dalam air dan ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan partikel kopi.

## REFERENSI

- Alihar, F. (2018). Penduduk dan Akses Air Bersih di Kota Semarang. *Kependudukan Indonesia*, 13(1), 67–76.
- Cahyani, H., Harmadi, & Wildian.(2016). Pengembangan Alat Ukur Total Dissolved Solid (TDS) Berbasis Mikrokontroler dengan Beberapa Variasi Bentuk Sensor Konduktivitas.*Jurnal Fisika Unand*, 5(4), 371–377.
- Da Silva, D. F., & Acosta-Avalos, D. (2006). Light dependent resistance as a sensor in spectroscopy setups using pulsed light and compared with electret microphones. *Sensors*, 6(5), 514–525. <https://doi.org/10.3390/s6050514>.
- Iyasele, J., & Idiata, D. J. (2015).Investigation of the Relationship between Electrical Conductivity and Total Dissolved Solids for Mono-Valent, Di-Valent and Tri- Valent Metal Compounds.*International Journal of Engineering Research and Reviews ISSN*, 3(1), 2348–2697.
- Khopkar, S. M., & Saptorahardjo, A. (1990).*Konsep dasar kimia analitik*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.

- McCleskey, R. B. (2011). Electrical Conductivity of Electrolytes Found In Natural Waters from (5 to 90) °C. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 56(2), 317–327. <https://doi.org/10.1021/je101012n>.
- Melik, D. H., & Fogler, H. S. (1983). Turbidimetric determination of particle size distributions of colloidal systems. *Journal of Colloid And Interface Science*, 92(1), 161–180. [https://doi.org/10.1016/0021-9797\(83\)90125-X](https://doi.org/10.1016/0021-9797(83)90125-X).
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492. (2010). Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri Perindustrian RI No. 78. (2016). Jakarta: Menteri Perindustrian RI.
- Putri, A. O., & Harmadi.(2018). Fotodioda Array Berbasis Mikrokontroler ATMega328. *Jurnal Fisika Unand*, 7(1), 27–32.