



SISTEM PENGUKURAN TINGKAT KEKERUHAN AIR (*TURBIDITY*) DENGAN METODE SPEKTOFOTOMETRI

Erviana Widia Astuti¹
Izzatul Hasanah¹,
Albertini Magdalena Sitorus¹,
Nurul Fatma Hidayati¹

AFILIASI :

¹) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika
dan Ilmu Pengetahuan, Universitas
Jember

ALAMAT:

Universitas Jember, Jalan Kalimantan
Tegal Boto, Nomor 37, Jember, Jawa
Timur 68121

KORESPONDENSI:

Nama: Nurul Fatma Hidayati¹
Email: 211810201040@mail.unej.ac.id
Tel : +6282330322487

KATA KUNCI:

intensitas cahaya, larutan, resistansi,
spektrofotometri, turbiditas.

JEI

<https://journal.unej.ac.id/JEI>
jei@unej.ac.id
FMIPA UNIVERSITAS JEMBER

ABSTRAK

Kekeruhan air ditentukan dengan metode spektrofotometri. Eksperimen dilakukan dengan memvariasikan sudut penyinaran ($0^{\circ}, 45^{\circ}, 90^{\circ}$) pada tiga sampel larutan campuran air (50 ml) dengan variasi turbiditas (10 gr, 20 gr, 30 gr tanah). Nilai turbiditas dihitung berdasarkan persamaan sensitivitas sensor SEN0198. Analisis regresi linear untuk menganalisis hubungan sudut penyinaran dan kekeruhan larutan dengan perbandingan intensitas cahaya awal dengan akhir (I/I_0) serta resistansi dihasilkan. Hasil yang diperoleh yaitu turbiditas larutan 1, 2, dan 3 masing-masing adalah 59,590 NTU; 116,879 NTU, dan 157,432 NTU. Perbandingan intensitas cahaya (I/I_0) larutan 1 pada sudut ($0^{\circ}, 45^{\circ}, 90^{\circ}$) adalah 0,147; 0,121; dan 0,031 dan resistansinya 20,8; 24,5; dan 58,6 K Ω . Perbandingan intensitas cahaya (I/I_0) larutan 2 pada sudut yang sama adalah 0,147; 0,076; dan 0,045 dan resistansinya 22,5; 38,4; dan 43,2 K Ω . Larutan 3 memiliki I/I_0 pada sudut yang sama secara berturut-turut 0,040; 0,027; dan 0,022 dan resistansi sebesar 54,2; 62; 63 K Ω . Berdasarkan data tersebut, variasi sudut penyinaran berbanding terbalik dengan I/I_0 namun berbanding lurus dengan resistansi pada setiap larutan. Nilai turbiditas larutan berbanding terbalik dengan I/I_0 namun berbanding lurus dengan resistansi. Pengaruh sistem pengukuran spektrofotometri lebih signifikan pada sudut penyinaran 45° dan pada larutan 2 dengan turbiditas 116,879 NTU

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber kehidupan bagi seluruh makhluk hidup bumi. Peran dan manfaat air bagi kehidupan di bumi tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Pemanfaatan air termasuk dalam kegiatan pertanian, industri, dan kegiatan rumah tangga [1]. Pemahaman yang baik tentang kekeruhan air sangat penting dalam berbagai konteks, termasuk pasokan air minum, ekosistem perairan, pengelolaan sumber daya air, dan industri. Kualitas air yang buruk dapat berdampak negatif pada kesehatan manusia dan lingkungan.

Berdasarkan hal tersebut, pengujian handal dan efisien untuk kekeruhan air sangat diperlukan dalam proses pengolahan air [2].

Kekeruhan (turbidity) merupakan fenomena optik larutan yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Partikel-partikel baik organik maupun anorganik yang terlarut mengakibatkan kejernihan air berubah. Kekeruhan mempengaruhi penjalaran gelombang elektromagnetik di dalam air. Partikel yang menyebar di dalam cairan menyebabkan berbagai cahaya mengalami gangguan saat dipancarkan ke dalam larutan [3]. Level kekeruhan berhubungan langsung dengan banyaknya partikel yang terlarut, cahaya yang terhambur akan semakin banyak. Sebaliknya jika nilai kekeruhan semakin rendah, air semakin jernih maka cahaya yang disebarkan juga akan semakin sedikit [2].

Metode konvensional untuk mengukur turbiditas sering kali memerlukan peralatan yang canggih dan mahal, seperti turbidimeter khusus [4]. Berdasarkan hal tersebut, pengembangan metode sederhana yang memanfaatkan cahaya sebagai alat pengukuran menjadi penting. Metode tersebut disebut metode spektrofotometri.

Metode ini bisa mengukur kekeruhan air dikarenakan kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air [4].

Sensor SEN0189 beroperasi berdasarkan perubahan intensitas cahaya yang terjadi akibat adanya partikel yang terlarut dalam air. Secara sederhana, sensor ini digunakan untuk mengukur bagaimana partikel dalam air memengaruhi cahaya yang melewatinya. Semakin tinggi tingkat kekeruhan air, semakin signifikan perubahan dalam intensitas cahaya yang diterima oleh sensor. Sensor SEN0189 menunjukkan nilai intensitas cahaya yang sebanding dengan kenaikan tegangan akan memberikan nilai kekeruhan semakin baik dalam satuan NTU [5].

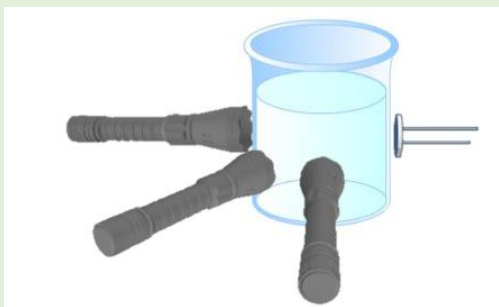
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan variasi sudut penyinaran dan nilai turbiditas pada masing-masing larutan terhadap intensitas cahaya dan resistansi. Hal ini untuk mengetahui karakteristik sistem yang paling sesuai dengan nilai turbiditas pada setiap larutan. Penelitian ini memiliki dua manfaat yaitu yang pertama bagi masyarakat luas dapat digunakan untuk uji kekeruhan air dengan kuantitas yang kecil dan yang kedua bagi peneliti sebagai referensi pengembangan penelitian selanjutnya untuk variasi larutan lain. Penelitian ini menggunakan metode spektrofotometri dengan variasi sudut penyinaran dan untuk menentukan sistem yang paling efisien dan sesuai dengan hasil sebenarnya untuk menentukan tingkat kekeruhan air dengan pembandingan berupa nilai kekeruhan air menggunakan perhitungan sensitivitas sensor SEN0189.



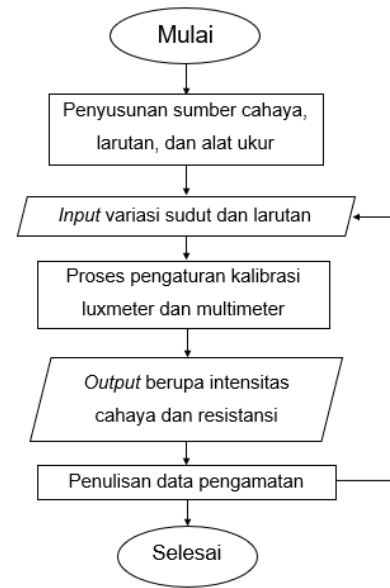
METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat eksperimental yaitu suatu metode penelitian ilmiah yang digunakan untuk mengumpulkan data dan menguji hipotesis atau teori yang melibatkan pengamatan secara langsung. Eksperimen pada penelitian ini menggunakan metode spektrofotometri yaitu metode yang bisa mengukur kekeruhan air dikarenakan kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air [5]. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sensor LDR, gelas ukur, air, tanah, sumber cahaya, luxmeter, timbangan, dan multimeter.

Penelitian ini menggunakan tiga sampel larutan campuran air dan tanah. Setiap sampel memiliki variasi turbiditas yang berbeda dengan memberi perlakuan pada 50 ml air yang dicampur dengan tanah. Variasi tanah yang digunakan secara berurutan pada tiap sampel yaitu 10 gr, 20 gr, dan 30 gr. Sudut penyinaran cahaya terhadap masing-masing larutan akan divariasikan (0°, 45°, 90°). Variasi sudut penyinaran tersebut berdasarkan penempatan lux meter dan sensor LDR yang tetap sesuai dengan Gambar 1. Proses pengambilan data dilakukan sesuai dengan langkah-langkah yang ada pada *flowchart* pada Gambar 2.



Gambar 1. Susunan penempatan sumber cahaya dan alat ukur



Gambar 2. *Flowchart* Penelitian

Data yang diperoleh dari penelitian ini yaitu intensitas cahaya dan resistansi yang dihasilkan oleh setiap larutan. Berdasarkan hal-hal tersebut terdapat tiga variabel pada penelitian ini yaitu variabel bebas, kontrol, dan terikat. Variabel bebas yaitu sudut penyinaran cahaya dan kekeruhan larutan. Variabel kontrol yaitu intensitas cahaya penyinaran dan variabel terikat yaitu intensitas cahaya yang terukur oleh luxmeter serta resistansi LDR.

Tingkat kekeruhan atau turbiditas setiap air yang diberi perlakuan atau larutan air dan tanah dihitung berdasarkan persamaan sensitivitas sensor SEN0189. Menurut Penelitian (Hakim *et al.*, 2018) hubungan total padatan tersuspensi dengan hasil kekeruhan (NTU) ditunjukkan dalam sebuah persamaan (1) [6].

$$\text{Turbiditas (NTU)} = ((0,518 \times \text{total padatan tersuspensi (mg/L)} + 1,873) \tag{1}$$

Persamaan (1) tersebut digunakan untuk menghitung nilai turbiditas atau kekeruhan pada tiap larutan dalam satuan NTU.

Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan analisis regresi linear. Analisis regresi merupakan salah satu analisis data yang digunakan dalam statistika untuk melakukan atau mengkaji hubungan antara variabel [7]. Regresi pada dasarnya adalah analisis hubungan sebab akibat. Model regresi linier dikembangkan dengan memanfaatkan nilai parameter reflektansi yang relevan. Analisis regresi dapat berguna untuk memprediksi kualitas air [8]. Analisis regresi linier dalam hal ini digunakan untuk menganalisis hubungan antara sudut penyebaran dan kekeruhan (turbiditas) larutan dengan perbandingan intensitas cahaya awal dan akhir (I/I_0) serta hubungan antara sudut penyebaran dan kekeruhan (turbiditas) larutan resistansi dihasilkan

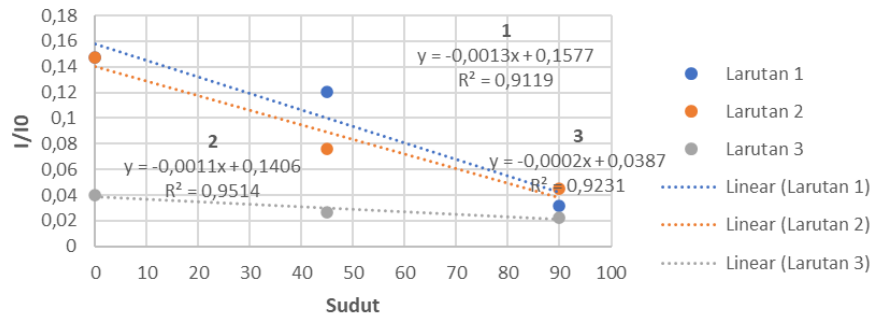
HASIL DAN DISKUSI

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini dituangkan dalam bentuk grafik hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Gambar 3 yang merupakan hubungan variasi sudut penyinaran terhadap perbandingan intensitas cahaya awal dan akhir (I/I_0) pada setiap larutan menghasilkan hubungan negatif. Gambar 4 yang merupakan hubungan variasi sudut penyinaran terhadap resistansi pada setiap larutan menghasilkan hubungan positif. Gambar 5 yang merupakan hubungan antara turbiditas ukur (NTU) terhadap I/I_0 berdasarkan variasi sudut menghasilkan hubungan negatif. Gambar 6 yang merupakan hubungan antara turbiditas ukur (NTU) terhadap resistansi berdasarkan variasi sudut menghasilkan hubungan positif

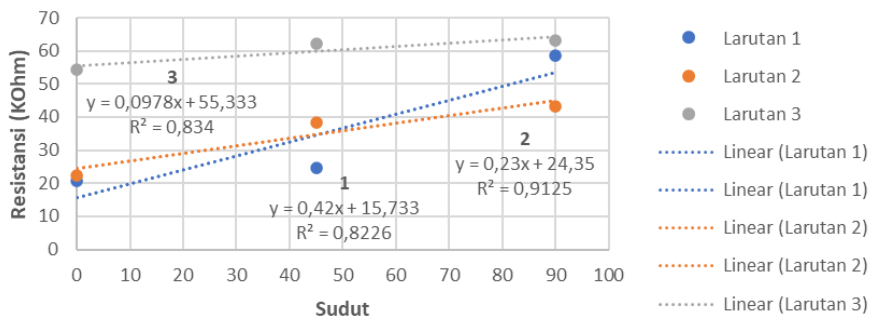
Berdasarkan grafik hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat pada bagian hasil maka dapat dijelaskan beberapa bahasan. Gambar 3 merupakan grafik hubungan variasi sudut penyinaran terhadap intensitas cahaya pada setiap larutan.

Terdapat tiga grafik yang masing-masing ditandai oleh indikator warna. Larutan 1 ditandai oleh grafik berwarna biru, larutan 2 grafik berwarna jingga dan larutan 3 ditandai oleh grafik berwarna abu-abu. Nilai turbiditas masing-masing larutan 1, 2, 3 secara berurutan yaitu 59,590 NTU, 116,879 NTU, dan 157,432 NTU. Larutan 1 pada tiap sudut (0° , 45° , 90°) secara berurutan memiliki nilai intensitas cahaya (I/I_0) sebesar 0,147; 0,121; 0,031. Nilai intensitas cahaya (I/I_0) pada larutan 2 secara berurutan berdasarkan sudut penyinaran yaitu 0,147; 0,076; 0,045. Larutan 3 memiliki nilai intensitas cahaya (I/I_0) berdasarkan variasi sudut penyinaran secara berurutan sebesar 0,040; 0,027; 0,022.

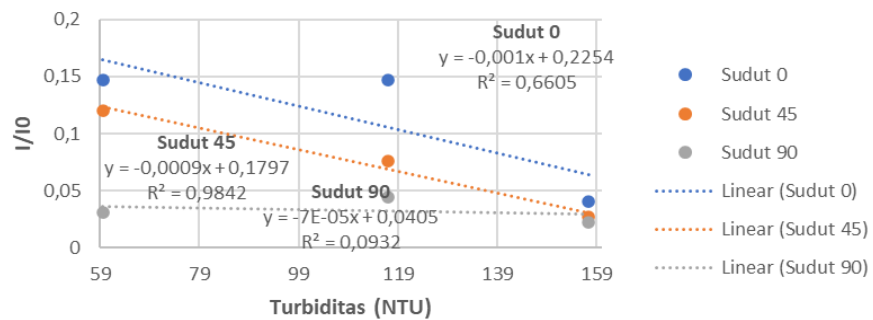
Hubungan antara variabel x yang merupakan sudut penyinaran dengan variabel y yang merupakan nilai perbandingan intensitas cahaya setelah melewati larutan dan intensitas cahaya penyinaran (I/I_0) pada Gambar 3 dapat ditinjau dari persamaan linier masing-masing grafik. Larutan 1 memiliki persamaan linieritas $y = -0,0013x + 0,1577$. Nilai kemiringan grafik larutan 1 sebesar $-0,0013$ dengan *offset* sebesar 0,1577. Tanda negatif pada nilai kemiringan grafik menunjukkan bahwa sudut penyinaran dengan intensitas cahaya (I/I_0) pada larutan 1 memiliki hubungan negatif atau berbanding terbalik. Grafik larutan 2 memiliki persamaan linearitas $y = -0,0011x + 0,1406$ yang berarti nilai kemiringan grafik larutan 2 sebesar $-0,0011$ dengan *offset* 0,1406. Berdasarkan nilai kemiringan tersebut maka sudut penyinaran dengan intensitas cahaya (I/I_0) pada larutan 2 juga memiliki hubungan negatif atau berbanding terbalik. Grafik terakhir pada Gambar 2 yaitu grafik larutan 3 yang memiliki persamaan linearitas $y = -0,0002x + 0,0387$ yang berarti nilai kemiringan grafik larutan 3 sebesar $-0,0002$ dengan *offset* 0,0387.



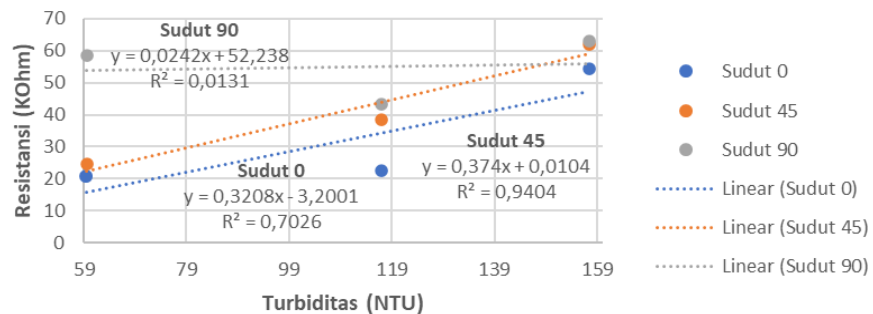
Gambar 3. Grafik hubungan variasi sudut terhadap I/I_0 pada setiap larutan



Gambar 4. Grafik hubungan variasi sudut terhadap resistansi pada setiap larutan



Gambar 5. Grafik hubungan variasi turbiditas ukur terhadap I/I_0 berdasarkan variasi sudut



Gambar 6. Grafik hubungan variasi turbiditas ukur terhadap resistansi berdasarkan variasi sudut

Larutan 3 juga menunjukkan hubungan negatif antara sudut penyinaran dengan intensitas cahaya (I/I_0). Hal ini berarti semakin besar variasi sudut penyinaran maka semakin kecil nilai intensitas cahaya yang melewati larutan. Selain itu, pengaruh variabel x terhadap variabel y pada masing-masing larutan ditunjukkan oleh nilai R^2 . Larutan 1 menunjukkan pengaruh 91,19% sedangkan larutan 2 sebesar 95,14% dan larutan 3 sebesar 92,31%.

Gambar 4 merupakan grafik hubungan variasi sudut penyinaran terhadap resistansi ($K\Omega$) pada setiap larutan. Terdapat 3 grafik yang sama seperti pada Gambar 3 hanya saja variabel y pada Gambar 4 berupa nilai resistansi dalam satuan ($K\Omega$). Nilai resistansi dihasilkan dari LDR yang mengukur intensitas cahaya yang melewati larutan. Resistansi yang dihasilkan oleh LDR akan bernilai tinggi saat intensitas cahaya yang diterima LDR rendah, dan sebaliknya [9]. Larutan 1 pada tiap sudut (0° , 45° , 90°) secara berurutan memiliki nilai resistansi sebesar 20,8; 24,5; 58,6 $K\Omega$. Nilai resistansi pada larutan 2 secara berurutan berdasarkan sudut penyinaran yaitu 22,5; 38,4; 43,2 $K\Omega$. Larutan 3 memiliki nilai resistansi berdasarkan variasi sudut penyinaran secara berurutan sebesar 54,2; 62; 63 $K\Omega$. Hubungan antara variabel x dengan y dapat ditinjau dari persamaan linearitas masing-masing grafik. Ketiga grafik larutan tersebut menunjukkan hubungan positif berdasarkan kemiringannya. Larutan 1 memiliki kemiringan grafik 0,42 dengan *offset* sebesar 15,733. Larutan 2 memiliki kemiringan grafik 0,23 dengan *offset* sebesar 24,35. Larutan 3 memiliki kemiringan grafik 0,0978 dengan *offset* sebesar 55,33. Hubungan positif atau sebanding tersebut mengindikasikan bahwa semakin besar variasi sudut penyinaran maka nilai resistansi semakin besar. Selain itu, pengaruh variabel x terhadap variabel y pada masing-masing larutan ditunjukkan oleh nilai R^2 .

Larutan 1 menunjukkan pengaruh 82,26% sedangkan larutan 2 sebesar 91,25% dan larutan 3 sebesar 83,4%.

Gambar 5 merupakan grafik hubungan turbiditas atau tingkat kekeruhan air (NTU) terhadap intensitas cahaya berdasarkan variasi sudut penyinaran. Terdapat tiga grafik yang masing-masing ditandai oleh indikator warna. Sudut penyinaran 0° ditandai oleh grafik berwarna biru, sudut penyinaran 45° grafik berwarna jingga dan sudut penyinaran 90° ditandai oleh grafik berwarna abu-abu. Hubungan antara variabel x dengan y dapat ditinjau dari persamaan linearitas masing-masing grafik. Ketiga grafik tersebut menunjukkan hubungan negatif berdasarkan kemiringannya. Sudut 0° memiliki kemiringan grafik -0,001 dengan *offset* sebesar -0,2254. Sudut 45° memiliki kemiringan grafik -0,0009 dengan *offset* sebesar 0,1797. Sudut 90° memiliki kemiringan grafik -7×10^{-5} dengan *offset* sebesar 0,0405. Hubungan negatif atau berbanding terbalik tersebut ditandai oleh tanda negatif pada nilai kemiringan grafik yang mengindikasikan bahwa besar semakin besar nilai turbiditas atau semakin keruh larutan tersebut maka semakin besar kecil nilai intensitas cahaya yang melewati larutan. Selain itu, pengaruh variabel x terhadap variabel y pada masing-masing variasi sudut penyinaran ditunjukkan oleh nilai R^2 . Sudut 0° menunjukkan pengaruh 66,05% sedangkan sudut 45° sebesar 98,42% dan Sudut 90° sebesar 9,32%. Kecilnya nilai pengaruh pada sudut 90° disebabkan oleh faktor lain salah satunya ketelitian pengamatan dan penempatan alat ukur. Hal ini ditunjukkan oleh nilai intensitas cahaya pada turbiditas tinggi menghasilkan nilai intensitas lebih tinggi dari turbiditas sebelumnya.

Gambar 6 merupakan grafik hubungan turbiditas atau tingkat kekeruhan air (NTU) terhadap resistansi ($K\Omega$) berdasarkan variasi sudut penyinaran Terdapat 3 grafik yang sama seperti pada Gambar 5 hanya saja variabel y pada Gambar 6 berupa nilai resistansi dalam satuan ($K\Omega$). Hubungan antara variabel x dengan y dapat ditinjau dari persamaan linearitas masing-masing grafik. Ketiga grafik tersebut menunjukkan hubungan positif berdasarkan kemiringannya. Sudut 0° memiliki kemiringan grafik 0,3208 dengan *offset* sebesar -3,2001. Sudut 45° memiliki kemiringan grafik 0,374 dengan *offset* sebesar 0,0104. Sudut 90° memiliki kemiringan grafik memiliki kemiringan grafik 0,0242 dengan *offset* sebesar 52,238. Hubungan positif atau berbanding lurus tersebut mengindikasikan bahwa besar semakin besar nilai turbiditas atau semakin keruh larutan tersebut maka semakin besar nilai resistansi. Selain itu, pengaruh variabel x terhadap variabel y pada masing-masing variasi sudut penyinaran ditunjukkan oleh nilai R^2 . Sudut 0° menunjukkan pengaruh 70,26% sedangkan sudut 45° sebesar 94,04% dan Sudut 90° sebesar 1,31%. Kecilnya nilai pengaruh pada sudut 90° disebabkan oleh faktor lain salah satunya ketelitian pengamatan dan penempatan alat ukur. Hal ini ditunjukkan oleh nilai resistansi pada larutan 2 yang lebih kecil dari larutan 1.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah hubungan antara variasi sudut penyinaran terhadap intensitas cahaya (I/I_0) pada setiap larutan berbanding terbalik tetapi terhadap resistansi yaitu berbanding lurus. Semakin besar variasi sudut penyinaran maka semakin kecil nilai intensitas cahaya yang melewati larutan dan semakin besar nilai resistansi. Selain itu, nilai turbiditas larutan terhadap intensitas cahaya (I/I_0) pada setiap larutan juga berbanding terbalik

tetapi terhadap resistansi berbanding lurus yang berarti semakin besar nilai turbiditas atau semakin keruh larutan maka semakin kecil nilai intensitas cahaya yang melewati larutan dan semakin besar nilai resistansi. Sistem pengukuran metode spektrofotometri ini memiliki pengaruh yang lebih besar pada sudut penyinaran 45° dan pada larutan 2 dengan turbiditas 116,879 NTU.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan variasi sudut penyinaran dan nilai turbiditas pada masing-masing larutan terhadap intensitas cahaya serta resistansi. Penggunaan data pada penelitian ini merupakan data primer melalui pengujian secara langsung dan tidak ada konflik kepentingan finansial atau materi yang relevan. Penelitian ini berpotensi untuk berkontribusi pada pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana perubahan sudut penyinaran dapat memengaruhi intensitas cahaya dan resistansi pada larutan dengan tingkat turbiditas yang beragam. Namun, perlu dicatat bahwa hasil awal penelitian ini mungkin memerlukan validasi lebih lanjut sebelum dapat diaplikasikan dalam meningkatkan kualitas air yang lebih baik. Penulis juga menyadari bahwa penelitian ini terus berkembang dan hasilnya bisa diperbarui atau ditinjau kembali di masa yang akan datang.

. REFERENSI

1. Nurbaya F, Sari DP. *Parameter Air dan Sungai serta Uji Kualitas Air Sungai*. PT Arr Rad Pratama: Cirebon. 2023.
2. Gustiya T, Rouf, Aini DN, Hendro. Sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) berbasis mikrokontroler at mega 328 sebagai alat pendeteksi kekeruhan air. *Prosiding SKF 2015*.
3. Handayani L, Reksamunandar RP, Puteri LP, Hendro. Desain alat ukur kekeruhan air menggunakan sensor cahaya photodiode berbasis mikrokontroler at mega 328. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015 (SNIPS 2015)*

4. Harini BW, Martanto, Merucahyo PY, Priantoro AT. Aplikasi Metode Spektrofotometri Untuk Pengukuran Kekeruhan Air Pada Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam. *Prosiding Seminar RiTekTra* 2013
5. Iskandar HR, Hermadani H, Saputra DI, Yuliana H. Eksperimental Uji Kekeruhan air berbasis internet of things menggunakan sensor DFRobot SEN0189 dan MQTT cloud server. *Prosiding Semnastek*. 2019.
6. Hakim WL, Hasanah L, Mulyanti B, Aminudin A. Karakterisasi sensor air kekeruhan SEN0189 terhadap perubahan total padatan padatan tersuspensi di dalam air. *MSCEIS 2018*
7. Kutner MH, Nachtsheim CJ, Neter J, Li W. *Applied Linear Statistical Models*. New York: McGraw-Hill Irwin. 2004.
8. Krishnan KSD, Bhuvaneswari PTV. Multiple linear regression based water quality parameter modeling to detect hexavalent chromium in drinking water. International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET). 2017
9. Desmira, D. Aplikasi sensor LDR (light dependent resistor) untuk efisiensi energi pada lampu penerangan jalan umum. *Jurnal PROSISKO*. 2022; 9(1): 21-29.