

## Sistem Kendali Histeresis pada Alat Pengolahan Air Minum dengan Metode Turbidimetrik dan Elektrokonduktivitas

Septian Hidayat<sup>1</sup>, Edi Rakhman<sup>2</sup>, Yana Sudarsa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012  
E-mail : septian.hidayat.tec414@polban.ac.id

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Pos Indonesia, Bandung 40012  
E-mail : edr@polban.ac.id

### ABSTRAK

Kualitas air tanah, sungai atau PDAM yang tersedia di beberapa tempat mempunyai derajat kekeruhan yang tinggi dan memungkinkan tercampurnya zat kimia sehingga tidak memenuhi syarat sesuai standar Menteri Kesehatan No. 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Melihat kualitas air baku yang memiliki tingkat kekeruhan dan total zat padat terlarut yang berbeda, maka diperlukan pengendalian kualitas air agar dapat menjaga nilai sesuai syarat kualitas air bersih. Sistem dirancang dan direalisasikan untuk pengendalian kekeruhan air, *TDS* serta ketinggian air dilakukan dengan metode kendali histeresis. Semua pembacaan sensor dan pengendalian dikontrol menggunakan arduino mega sebagai mikrokontroler. Data parameter dan status kualitas air dapat dipantau secara *realtime* melalui tampilan *LCD* 128x64 dan lampu indikator. Sistem kendali histeresis pada alat pengolahan air minum dapat bekerja dengan baik dan mampu mengukur ketinggian air dari 0-22 cm dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 12,01 %. Hasil pengujian sensor kekeruhan air memiliki sensitivitas 1,2 mV/NTU dan rentang nilai pengukuran dari 6-400 NTU dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 24 %. Hasil pengujian sensor *TDS* memiliki rentang nilai pengukuran dari 0-200 PPM dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 13 %.

### Kata Kunci

Kekeruhan Air, *TDS*, *Histeresis*, *Ketinggian Air*, *Mikrokontroler*.

### 1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan mendasar bagi makhluk hidup khususnya manusia, Permasalahan masyarakat di pedesaan yang mengalami krisis air bersih cukup banyak terutama di daerah-daerah terpencil. Banyak masyarakat yang menggunakan air untuk keperluan sehari-hari yang kurang layak dikonsumsi. Oleh karena itu diperlukan sumber air yang mampu menyediakan air yang baik dari segi kualitas dan kuantitas. Salah satu faktor penting dalam menentukan kelayakan air bersih untuk dikonsumsi manusia adalah kandungan zat padat terlarut, suhu dan tingkat kekeruhan air. Melihat kualitas air PDAM/Sumur yang memiliki tingkat kekeruhan dan total zat padat terlarut yang berbeda, maka diperlukan pengendalian kualitas air agar dapat menjaga nilai sesuai syarat kualitas air minum.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 [1], dijelaskan bahwa parameter kualitas air minum yang baik dikonsumsi untuk manusia ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1.  
PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1	Kekeruhan	NTU	5
2	TDS	Mg/L	500
3	Suhu Air	°C	Suhu udara ± 3

Pada penelitian tahun 2016 telah dibuat sistem *monitoring* kekeruhan dan level air pada alat penyaringan air berbasis android, menggunakan arduino sebagai mikrokontroler dan *LDR&LED* sebagai sensor untuk mengukur tingkat kekeruhan [2]. Pada tahun 2016 telah dibuat juga sistem *monitoring* tingkat kekeruhan air secara *realtime* menggunakan sensor TSD-10, menggunakan mikrokontroler Atmega8 sebagai kontroler [3]. Pada tahun 2015 telah dibuat perancangan alat ukur *TDS* dengan sensor konduktivitas secara *realtime* [4]. Berdasarkan latar belakang dan tinjauan pustaka diatas maka dibuat alat pengolahan air minum dengan metode *reverse osmosis* dan mengukur serta mengendalikan parameter kualitas air yakni tingkat

kekeruhan air dalam satuan *NTU*, zat padatan terlarut dalam satuan *PPM*, suhu, kecepatan aliran air dan ketinggian air menggunakan kendali histeresis dan di *monitoring* secara *realtime* menggunakan *LCD*.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Metode Elektrokonduktivitas

Metode elektrokonduktivitas adalah pengaliran arus kedalam zat cair dengan menggunakan dua probe yang terbuat dari stainless dengan jarak 1 cm yang berfungsi untuk mendapatkan nilai konduktansi suatu larutan. Semakin besar nilai konduktansi mengindikasikan semakin banyak mineral yang terkandung dalam air. Hubungan antara TDS dan konduktivitas dinyatakan dalam (1) [5].

$$\text{TDS (ppm)} = \text{EC } (\mu\text{S/cm pada } 25^\circ\text{C}) \times 0.64 \quad (1)$$

Dari Persamaan 2 diketahui bahwa nilai EC pada suhu  $25^\circ\text{C}$  maka dari itu perlu adanya penyeimbang atau temperature compensation sebagai faktor koreksi pada (2) sehingga didapat nilai EC  $25^\circ\text{C}$  [6].

$$\text{EC}_{25} = \text{EC} / (1 + \text{Temp. Coef} * (\text{Temperature} - 25)) \quad (2)$$

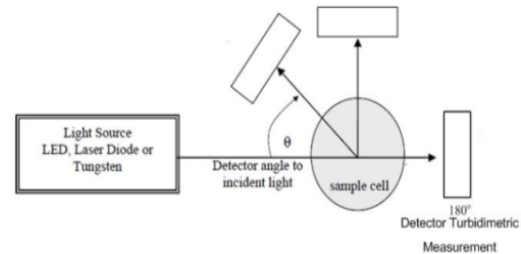
Konduktansi adalah kemampuan suatu bahan untuk mengalirkan muatan listrik dalam satuannya siemens (S) atau mho ( $\sigma$ ). Berikut pada (3) antara konduktansi (G) terhadap resistansi (R) :

$$G = 1 / R \quad (3)$$

Nilai konduktansi (G) berbanding terbalik dengan nilai R artinya jika nilai konduktansi tinggi bahwa bahan probe/plat sejajar sebagai media bagi ion positif dan negatif yang menghasilkan reaksi larutan untuk menempel. Keadaan tersebut yang menyebabkan larutan mempunyai kemampuan untuk menghantarkan muatan listrik.

### 2.2 Metode Turbidimetrik

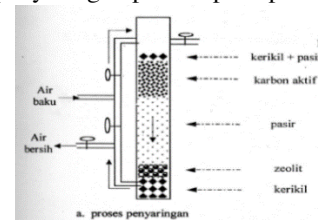
Metode Turbidimetrik merupakan suatu metode pengukuran kekeruhan air dengan cara menghitung cahaya yang diteruskan (transmitted) oleh partikel yang tersuspensi. Sudut yang dibentuk dari sinar yang datang ke detektornya adalah  $180^\circ$ . Turbidimeter memanfaatkan pengukuran pelemahan intensitas cahaya yang berhubungan dengan prinsip hukum Lambert-Beer. Hukum Lambert-Beer menjelaskan hubungan pelemahan dari intensitas cahaya terhadap sifat-sifat material yang dilewati oleh berkas cahaya. Pada metode turbidimetrik, metode pengukuran tingkat kekeruhan air ini dikenal dengan absorpsi meter merupakan metode yang mengukur sinar yang diteruskan oleh partikel seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Turbidimetrik

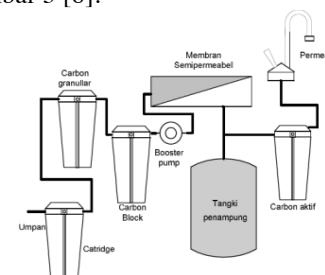
### 2.3 Proses Pengolahan Air

Dalam berbagai teknik penanganan air bersih, metode penyaringan dengan menggunakan saringan pasir (sand filter) sering digunakan untuk menghilangkan bahan-bahan (material) yang terlarut di dalam air sehingga menyebabkan kekeruhan pada air tersebut. Menurut Fatahilah dan Ismadi berikut proses penyaringan pasir seperti pada Gambar 2 [7].



Gambar 2. Proses Penyaringan Air

*Reverse osmosis* adalah metode penyaringan untuk memisahkan molekul besar dan ion-ion dari suatu larutan dengan cara memberi tekanan pada larutan. Prinsip *reverse osmosis* ini dapat memisahkan air dari komponen-komponen yang tidak diinginkan dan dengan demikian akan didapatkan air dengan tingkat kemurnian yang tinggi. Berikut sistem *RO* seperti pada Gambar 3 [8].



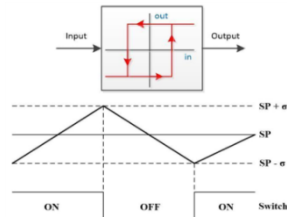
Gambar 3. Sistem Reverse Osmosis

### 2.4 Sistem Kendali Histeresis

Sistem kendali histeresis adalah sistem kendali *on-off* yang mempunyai *deadband* pada suatu rentang nilai

batas referensi (*setpoint*). Pada alat ini sistem kendali histeresis dirancang menggunakan sensor ultrasonik sebagai monitoring ketinggian air dan relai sebagai saklar otomatis yang diatur oleh mikrokontroller. Gambar 4 dan pada (4) menunjukkan skema kendali histerisis pada suatu sistem. Kendali ini dirancang dengan cara menambahkan pita histerisis pada nilai *setpoint* [9].

$$y = \begin{cases} 1, & \frac{dx}{dt} > 0 \\ 0, & \frac{dx}{dt} \leq 0 \end{cases} \quad (3)$$



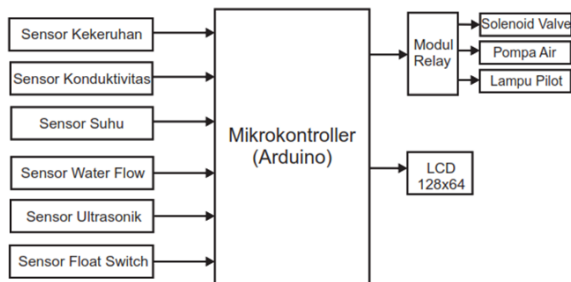
Gambar 4. Sistem Kendali Histeresis

Dimana  $y$  adalah output saklar dan  $\frac{dx}{dt}$  adalah perubahan nilai *input* terhadap waktu. Dengan adanya kendali ini, maka ketidakstabilan pembacaan sensor saat berada di titik *setpoint* tidak akan menimbulkan efek perpindahan cepat (*chattering*) pada relai.

### 3. PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1 Diagram Blok

Dapat dilihat pada Gambar 5, *Input* didapat dari pembacaan sensor kekeruhan air, TDS, suhu, *waterflow*, ultrasonik dan sensor *float switch*. Semua sensor akan dikontrol oleh arduino yang sudah di *upload* algoritma pemrogramannya sesuai perancangan agar terintegrasi dengan baik dan kontroller akan mengendalikan *output* yaitu relai serta menampilkan data parameter dan kualitas air menggunakan *LCD 128x64* secara *realtime*.



Gambar 5. Diagram Blok Sistem

#### 3.2 Spesifikasi Sistem

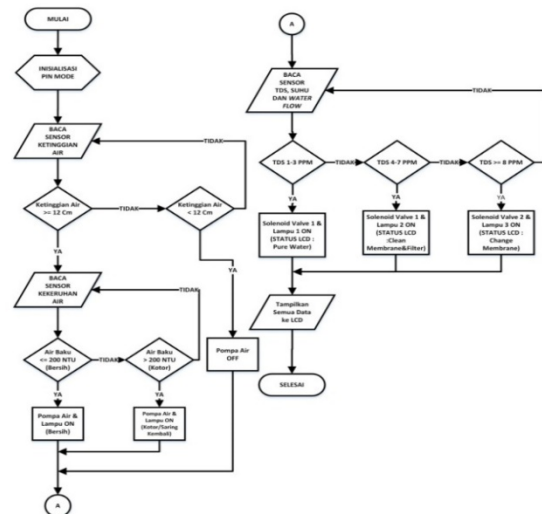
Berikut Tabel 2 merupakan spesifikasi alat yang dibuat:

Tabel 2. Spesifikasi Alat

Spesifikasi	Keterangan
Sumber Tegangan	220 VAC
Dimensi Box Elektronik	30 cm x 18 cm x 40 cm
Dimensi	72 cm x 60 cm x 166 cm
Data Input	- Sensor Ultrasonik - Sensor Kekeruhan Air - Sensor TDS - Sensor Suhu - Sensor <i>Water Flow</i> - Sensor <i>Float Switch</i>
- Mikrokontroller - Kontrol On-Off	- Arduino Mega 2560 - Relai 4 <i>Channel</i> (2 buah)
Batas Pengukuran Sensor Ultrasonik	0 - 22 CM
Batas Pengukuran Sensor Kekeruhan	6 - 400 NTU
Batas Pengukuran Sensor TDS	0 - 200 PPM
Batas Pengukuran Sensor Suhu	-55°C s/d +125°C ( <i>Datasheet</i> )
Bahasa Pemrograman	C
Sistem Kendali	Histeresis - Batas Bawah ( <i>Off</i> ): 0 - 11cm - Batas Atas ( <i>On</i> ) : 12 - 22 cm
Aktuator	Pompa dan <i>Solenoid Valve</i>
Penyaringan air keruh ke bersih	4 menit
- Kualitas Air RO Baik - Kualitas Air RO Tidak Baik	- 0 - 7 NTU - ≥ 7 NTU

#### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dapat berupa tampilan *LCD* dan algoritma pemrograman untuk mengetahui alur kerja program yang dibuat pada alat ini. Berikut diagram alir sistem keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Sistem Keseluruhan

### 3.4 Perancangan Sistem Kendali

Sistem kendali histeresis yang dirancang mampu mengendalikan ketinggian air dalam penampung dan menghasilkan respon yakni mengaktifkan relai sesuai nilai referensi ketinggian yang diberikan menggunakan sensor ultrasonik Berikut perancangan sistem kendali histeresis pada Tabel 3.

Tabel 3. Perancangan Sistem Kendali Histeresis

Ketinggian Air (Cm)	Kondisi Relai
0 – 11	OFF
12 – 22	ON

### 3.4 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik pada alat ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu rangka alat pengolahan air minum dan rangka box panel elektronik yang ditunjukkan pada Gambar 7.

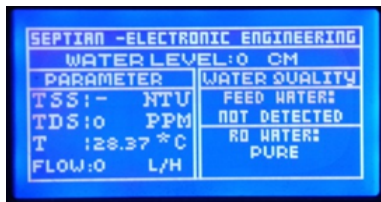


Gambar 7. Alat Pengolahan Air Minum

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Realisasi Sistem

Berikut realisasi tampilan ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Realisasi Tampilan

Berikut realisasi mekanik ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Realisasi Mekanik

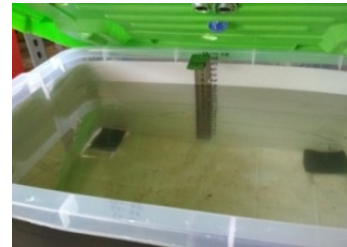
### 4.2 Hasil Pengujian dan Analisis

Pengujian dilakukan terhadap sensor ultrasonik, sensor TDS, sensor kekeruhan, sistem kendali histeresis dan sistem *monitoring* pada pengujian keseluruhan.

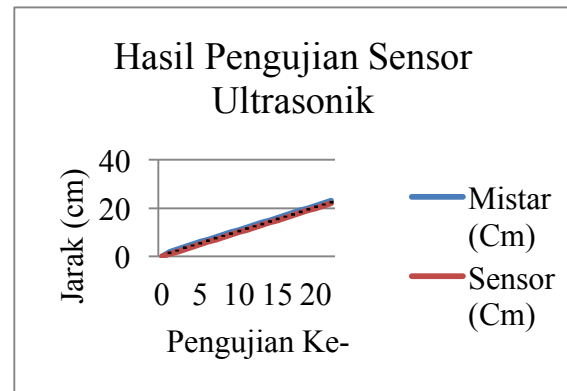
#### 4.2.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian dilakukan dengan cara mengaliri air ke dalam tanki sehingga didapat ketinggian air yang berbeda dan menempatkan sensor ultrasonik di atas penampung/tangki kontrol kekeruhan air yang memiliki *volume* air 297 m<sup>3</sup> seperti pada Gambar 10. Hasil pembacaan sensor ultrasonik dibandingkan dengan mistar untuk ketinggian air yang sebenarnya. Sensor memiliki batas pengukuran ketinggian air dari 0 cm sampai dengan 22 cm dan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 12,01 % serta bersifat linier yang ditunjukkan pada Gambar 11. Besarnya rata-rata presentase kesalahan pengukuran diperoleh dari hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\Sigma \% \text{ Kesalahan} = \frac{\Sigma \% \text{ Kesalahan}}{\Sigma \text{ Jumlah Data}} = \frac{268.50}{22} = 12,01 \%$$



Gambar 10. Pengujian Sensor Ultrasonik



Gambar 11. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

#### 4.2.2 Pengujian Sensor Kekeruhan Air

Pengujian sensor ini dilakukan dengan menguji karakteristik sensor dan membandingkan hasil pengukuran menggunakan turbidimeter dengan menguji beberapa sampel air yang dilakukan di PDAM Indramayu seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. Sampel Air

Hasil karakteristik sensor ditunjukkan pada Tabel 4, Dari hasil tersebut bahwa semakin keruh air maka tegangan keluaran sensor semakin berkurang karena intensitas cahaya yang diteruskan ke penerima sensor *fototransistor* berkurang diakibatkan terhalang oleh partikel atau lumpur/tanah yang menutupi sensor.

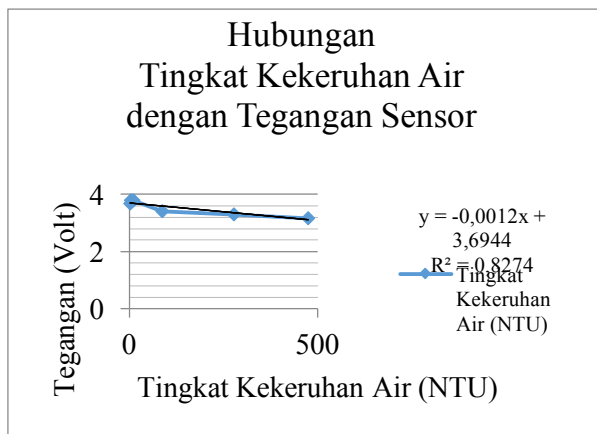
Tabel 4. Hasil Pengukuran Tingkat Kekeruhan Air Terhadap Tegangan Sensor

No	Tingkat Kekeruhan Air (NTU)	Tegangan Sensor (Volt)
1.	2,25	3,68
2.	4,33	3,78
3.	10,40	3,78
4.	86,80	3,40
5.	277,00	3,30
6.	475,00	3,17

Dari Gambar 13 diatas maka didapat nilai regresi linier, melalui persamaan linier maka diperoleh persamaan hubungan antara tegangan keluaran sensor (*Volt*) dengan tingkat kekeruhan air (*NTU*) yaitu

$$\text{Tegangan (V)} = -0,0012\text{NTU} + 3,6944$$

Nilai koefisien regresi linear ( $R^2$ ) adalah 0,8274. Sensitivitas dari sensor ini adalah 1,2 *mV/NTU*.



Gambar 13. Hubungan Tingkat Kekeruhan Air dengan Tegangan Sensor

Tabel 5. Perbandingan Sensor Kekeruhan Air dengan Turbidimeter

No.	Data Kekeruhan		
	Alat Ukur Standar (NTU)	Sensor (NTU)	Error (%)
1.	4,33	6,97	61,00
2.	4,81	7,00	46,00
3.	192,00	209,00	9,00
4.	236,00	234,00	1,00
5.	386,00	378,00	2,00

Berdasarkan hasil pengujian sensor kekeruhan air pada Tabel 5 di atas yang menunjukkan hasil pengukuran antara sensor dan turbidimeter bahwa sensor memiliki nilai rata-rata presentase kesalahan pengukuran adalah 24 %.

Dari data pada Tabel 5 bahwa kesalahan pengukuran cukup tinggi dan ketepatan pengukuran relatif rendah pada pengukuran dengan tingkat kekeruhan air di 7 *NTU* dan 6,97 *NTU*. Hal ini disebabkan salah satunya karena karakteristik sensor yang ada memiliki rentang pengukuran yang cukup besar yakni 0 *NTU* hingga 4000 *NTU*, sedangkan proses konversi perubahan analog ke digital yang dilakukan oleh *ADC* memiliki rentang yang cukup kecil yakni 0 hingga 1023 bit data.

Selain itu juga pada tingkat kekeruhan yang kecil, intensitas cahaya yang diteruskan hampir mendekati nilai intensitas cahaya yang dipancarkan sehingga sensor fototransistor sebagai *receiver* tidak terlalu sensitif untuk membedakannya. Hal lain yang secara umum dapat menyebabkan terjadinya kesalahan dalam pengukuran adalah faktor lingkungan seperti suhu, cahaya, posisi sensor yang tidak stabil dan faktor internal dari peralatan itu sendiri karena setiap komponen memiliki nilai batas toleransinya.

Sensor kekeruhan ini memiliki batas pengukuran kekeruhan air dari 6 sampai dengan 400 *NTU*. Upaya untuk menangani sensor kekeruhan air agar tetap bersih adalah dengan cara mengganti atau mencuci saringan pasir dan membersihkan sensor setiap sebulan sekali karena ada kemungkinan sensor tertutup lumpur/tanah yang mengakibatkan kesalahan dalam pengukuran tingkat kekeruhan air. Dengan upaya tersebut maka sensor kekeruhan terpantau dan berfungsi dengan baik agar tidak ada yang menempel lumpur/tanah pada sensor.

#### 4.2.3 Pengujian Sensor TDS

Pengujian sensor ini dilakukan dengan menguji hubungan nilai *TDS* dengan nilai konduktansi dan resistansi dan membandingkan hasil pengukuran menggunakan *TDS* meter dengan menguji beberapa sampel air. Sample air yang digunakan adalah air *RO*,

air matang, air hujan, air sumur, air PDAM, air garam.

Hasil pengujian nilai *TDS* terhadap tegangan dan resistansi ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hubungan Nilai *TDS* Terhadap Konduktansi dan Resistansi

No	Sampel Air	TDS-Meter	Sensor TDS	R	G
1	Air Hujan	0	0	94368,20	0
2	Air Matang	2,00	2,00	20370,40	0,002
3	Air RO	2,00	2,00	20370,41	0,002
4	Air PDAM	15,00	15,00	3573,79	0,020
5	Air Sumur	21,00	21,00	2607,14	0,030
6	Air+Garam ½ sdk kecil	768,00	200,00	283,67	0,29

Dari Tabel 6 terlihat bahwa nilai *TDS* berbanding lurus dengan nilai konduktansi sensor artinya semakin besar nilai *TDS* maka semakin besar pula nilai konduktansi sehingga mampu mengalirkan muatan listrik atau mengkonduksikan arus dengan baik dan menandakan semakin banyak ion-ion didalam larutan atau jumlah zat padatan terlarutnya. Hubungan antara *TDS* dan konduktivitas dinyatakan dalam (1).

Dan sebaliknya nilai konduktansi berbanding terbalik dengan nilai resistansi, oleh karena itu sesuai dengan (3) artinya semakin besar nilai Konduktansi maka semakin kecil nilai resistansinya dan menandakan semakin banyak jumlah zat padatan terlarutnya maka semakin kecil nilai resistansinya.

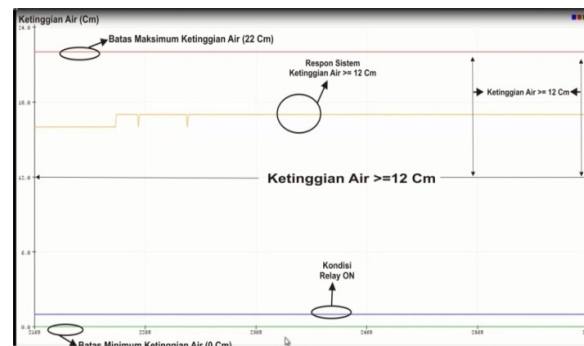
Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai rata-rata persentase kesalahan pengukuran adalah 13,12%. Didapat nilai kesalahan relatif pengukuran maksimum pada sample nomer 5 yaitu sebesar 73,96% disebabkan bahwa sensor tidak dapat mendeteksi nilai *PPM*  $\geq 200$ , oleh karena itu sensor ini memiliki batas rentang pengukuran nilai *TDS* antara 0 sampai dengan 200 *PPM*.

#### 4.2.4 Pengujian Sistem Kendali Histeresis

Sistem kendali histeresis yang sudah dirancang diuji untuk mengetahui respon sistem ketika sensor ultrasonik mendeteksi nilai *setpoint*. Pengujian dilakukan dengan cara mengaliri air ke dalam tanki sehingga didapat ketinggian air yang berbeda dengan melihat grafik menggunakan *serial plotter* yang sudah tersedia di *software arduino IDE*. Grafik hasil pengujian kendali histeresis ditunjukkan pada Gambar 14. Dari hasil pengujian bahwa kendali histeresis mampu menghasilkan respon sesuai nilai

*setpoint* ketinggian air yaitu 12 cm dengan waktu  $\pm 100$  detik tergantung kecepatan keluaran air.

Ketika sensor ultrasonik mendeteksi nilai *setpoint* ketinggian air maka dapat mengontrol relai sehingga relai dapat *On/Off* sesuai nilai kekeruhan air yang didapat. Dengan kendali ini dapat dilihat kestabilan sensor ultrasonik membaca ketinggian air dan tidak ada efek *chattering*/lonjakan pada relai. Akan tetapi, terjadi *overshoot* pada sistem saat pertama kali dijalankan yang disebabkan oleh sinyal gangguan dari relai ketika pertama kali sistem dijalankan.



Gambar 14. Hasil Pengujian Kendali Histeresis

## 5. KESIMPULAN

Sistem kendali histeresis pada alat pengolahan air minum dapat bekerja dengan baik, tidak adanya efek lonjakan relai ketika sensor mendeteksi nilai *setpoint* yaitu 12 cm dan mampu mengukur ketinggian air dari 0-22 cm dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 12,01 %. Hasil pengujian sensor kekeruhan air memiliki sensitivitas 1,2 mV/NTU dan rentang nilai pengukuran dari 6-400 NTU dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 24 %. Hasil pengujian sensor *TDS* memiliki rentang nilai pengukuran dari 0-200 *PPM* dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 13 %.

Tampilan *LCD* dan lampu indikator dapat menampilkan data parameter kekeruhan, *TDS*, suhu, kecepatan aliran, ketinggian air dan status kualitas air baku, air *RO*, pompa dan *solenoid valve*. Sistem sudah terintegrasi antara sensor sebagai *input*, arduino sebagai mikrokontroler dengan modul relai serta *LCD* dan lampu indikator sebagai *output* untuk membantu *user* dalam monitoring secara *realtime*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada reviewer atas perbaikan paper ini dan kepada POLBAN atas bantuan pendanaan penelitian 2018. Ucapan terimakasih kepada Dr. Ir. Noor Choliz



## 9<sup>th</sup> Industrial Research Workshop and National Seminar



Peran Penelitian dan Inovasi di Era Industri 4.0 Dalam Mewujudkan  
Pembangunan Berkelanjutan Menuju Kemandirian Bangsa

Basjaruddin, MT sebagai Ketua Program Studi D4 Teknik Elektronika atas bimbingan penulisan paper IRWNS 2018. Terimakasih kepada Ferryonika, ST., M.Sc.Eng sebagai ketua panitia penelitian D4 Teknik Elektronika atas bimbingan dokumen persyaratan penelitian. Ucapan terimakasih kepada Ir. Edi Rakhman, M.Eng. dan Yana Sudarsa, BSEE., MT sebagai pembimbing yang selalu memberikan masukan, dan arahan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penelitian ini. Ucapan terimakasih kepada Didin Saefudin, ST., MT, Dodi Budiman, ST., MT dan Drs. Trisno P, ST., M.Eng. sebagai penguji yang telah menguji penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Kementerian Kesehatan, 2010. Undang Undang Nomor 492 tahun 2010 tentang tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Jakarta.
- [2] Asiva Esa, 2016. *Sistem Monitoring Kekeuhan dan Level Air Pada Alat Pengolahan Air Berbasis Android*, Politeknik Negeri Bandung.
- [3] Faisal, Hammadi, Dwi, 2016. Perancangan Sistem Monitoring Tingkat Kekeuhan Air secara Realtime menggunakan sensor TSD-10, *Jurnal Ilmu Fisika Vol. 8 No. 1*, Universitas Andalas.
- [4] Ronaldi, Harmadi, Wildian, 2015. Perancangan Alat Ukur TDS Air dengan Sensor Konduktivitas secara Realtime, *Jurnal Sainstek Vol. VII No.1, 11-15*, Universitas Andalas.
- [5] Amelia, dan Adnan, 2017. Sistem Kendali dan Pemantauan Ketinggian Air pada Tangki Berbasis Sensor Ultrasonik, *Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer Vol. 01 No. 01, 25-30*, Politeknik Sukabumi.
- [6] Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta.
- [7] Barron, J., dan Ashton, C., 2015. *The Effect of Temperature on Conductivity Measurement*, Ireland.
- [8] Fatahilah, Raharjo, 2007. Penggunaan Karbon Aktif dan Zeolit sebagai Komponen Absorben Saringan Pasir Cepat (Sebuah Aplikasi Teknologi Sederhana dalam Proses Penjernihan Air Bersih). *Jurnal Zeolit Indonesia Vol 6 No.2*, Politeknik Negeri Lampung
- [9] Powell, G.M., Black, R.D., 1990. *Reverse osmosis.*, *Bulletin of Water Quality MF-884*, Cooperative Extension Service, Kansas State University.