

# Design of Detection Device for Cu Contaminated Water Using Induction Principle

**Frida Agung Rakhmadi<sup>1</sup>, Astika Rusma Dewi<sup>2</sup>, Ahmad Farid Azizi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga

<sup>2</sup>Alumnus Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga

agungfrida@yahoo.co.id ; astika\_fisika09@yahoo.co.id ; zee31\_10@yahoo.com

Received 22-01-2015, Revised 1-04-2015, Accepted 8-04-2015, Published 30-04-2015

## ABSTRACT

The research on detection device design of Cu contaminated water using induction principle has been done. The purpose of this research is to create a detection device of Cu contaminated water using induction principle, characterize the precision of core sensor on detection device, characterize the stability of detection device, and implement the detection device to Cu contaminated water. This research was conducted in four phases: manufacturing of detection device, characterization of core sensor precision, characterization of detection devices stability, and implementation of detection device to Cu contaminated water. The results showed that the detection device of Cu contaminated water using induction principle has been successfully made. The precision of core sensor was 99.96%, while the stability of detection device was the 60th second after turn-on. The success rate of detection device implementation on Cu contaminated water was 100.00%.

Key Words: detection, Cu, induction.

## ABSTRAK

Penelitian pembuatan sistem deteksi air terkontaminasi logam Cu menggunakan prinsip induksi telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah membuat alat deteksi air tercemar logam Cu menggunakan prinsip induksi, karakterisasi presisi sensor inti pada alat deteksi, karakterisasi stabilitas alat deteksi, dan mengimplementasikan alat deteksi pada air terkontaminasi logam Cu. Penelitian ini dilakukan melalui empat tahapan: membuat alat deteksi, mengkarakterisasi kepresisian sensor inti, mengkarakterisasi kestabilan alat deteksi, dan mengimplementasikan alat deteksi pada air terkonatminasi logam Cu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat deteksi air tercemar logam Cu menggunakan prinsip induksi telah berhasil dibuat. Kepresisian sensor inti adalah 99,96%, kestabilan alat deteksi adalah 60 detik setelah dinyalakan. Kesuksesan implementasi alat detekdi pada air tercemar adalah 100,00%.

Kata kunci: deteksi, Cu, induksi

## PENDAHULUAN

Air merupakan bagian dari kehidupan kita. Air telah kita manfaatkan untuk keperluan rumah tangga, perikanan, dan lain-lain. Mengingat besarnya manfaat air dalam kehidupan kita, maka perhatian terhadap air harus senantiasa kita lakukan. Salah satu bentuk perhatian yang dapat kita lakukan adalah menjaga air dari zat-zat pencemar (polutan) karena dapat menurunkan kualitas air. Polutan air berasal dari berbagai aktifitas kehidupan, salah satunya berasal dari logam.

Salah satu bentuk perhatian terhadap air dapat kita lakukan dengan cara memantau kondisi air tersebut. Aktifitas pemantauan tersebut dapat diperingan dengan bantuan alat yang dapat memberikan informasi tentang keadaan air tersebut. Alat bantu tersebut biasanya dikenal dengan nama alat deteksi pencemaran air.

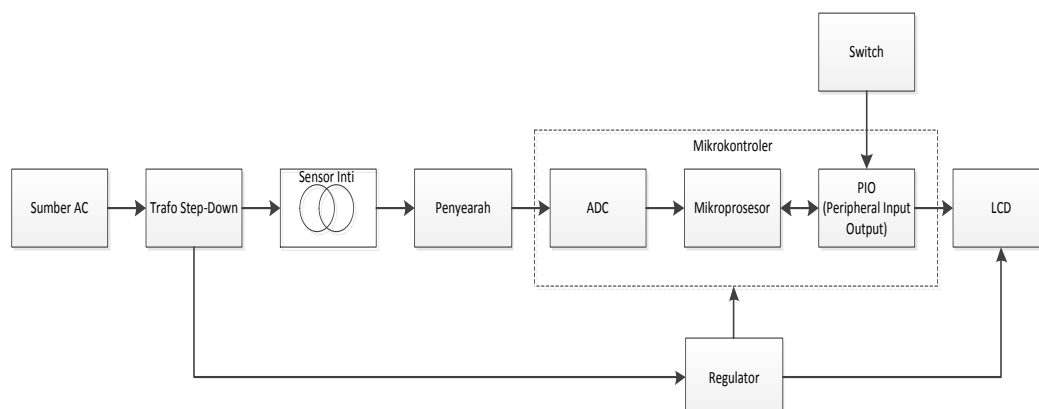
Alat deteksi pencemaran air telah banyak dikembangkan. Pengembangan alat deteksi tersebut berdasarkan pada parameter kualitas air, yaitu parameter fisis, parameter kimia, parameter mikrobiologi, dan parameter radioaktifitas<sup>[1]</sup>. Parameter fisika meliputi bau, jumlah zat padat terlarut, kekeruhan, rasa, suhu, dan warna. Parameter kimia meliputi kimia organik dan anorganik. Parameter mikrobiologi meliputi: kuman-kuman parasitik, bakteri dan virus, dan JPT coli/100ml air. Parameter radioaktifitas meliputi sinar alpha dan sinar beta.

Parameter kimia anorganik diantaranya adalah logam berat seperti Cu<sup>[2]</sup>. Pendeteksian logam Cu dalam air selama ini dilakukan menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS)<sup>[3,4,5,6,7,8,9,10]</sup>. AAS merupakan teknik analisis untuk menentukan unsur-unsur dalam bahan secara kualitatif dan kuantitatif<sup>[11]</sup>. Kelebihan AAS adalah sensitifitasnya tinggi, mudah dalam penggunaannya, cepat, dan tidak memerlukan sampel dalam jumlah banyak<sup>[12]</sup>. Akan tetapi AAS mahal harganya dan biaya operasionalnya tinggi<sup>[13]</sup> serta tidak portabel. Oleh karenanya, perlu dikembangkan alat deteksi air tercemar logam Cu yang beayanya relatif murah dan bersifat portabel. Alat tersebut dapat dibuat menggunakan prinsip induksi. Kelebihan alat deteksi air tercemar logam Cu menggunakan prinsip induksi adalah beaya pembuatannya relatif murah dan dapat didesain portabel. Selain itu, deteksi berbasis prinsip induksi merupakan deteksi yang tidak merusak (*nondestructive testing*)<sup>[14]</sup>.

## METODE PENELITIAN

### Pembuatan alat deteksi

Pembuatan alat deteksi didasarkan pada skema sebagaimana diperlihatkan oleh Gambar 1.



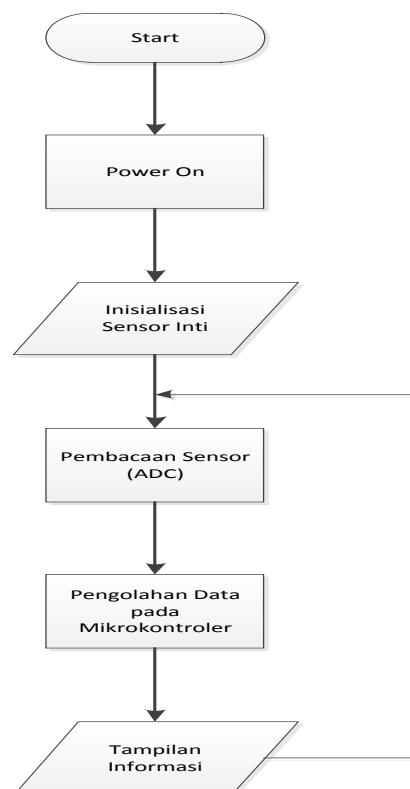
Gambar 1. Blok diagram alat deteksi deteksi air tercemar logam menggunakan prinsip induksi.

Gambar 1 menunjukkan bahwa tegangan AC 220V diturunkan melalui transformator step down menjadi 6VAC untuk diumpankan ke rangkaian sensor inti. Adanya tegangan yang masuk pada sensor inti menimbulkan induktansi pada sekitar kumparan dan menginduksi kumparan pasangannya. Dengan perbandingan jumlah lilitan yang sama antara kumparan primer dan sekunder mengakibatkan besarnya tegangan masukan sama dengan tegangan keluaran.

Syarat pembacaan ADC pada mikrokontroller harus diberikan tegangan masukan DC, sehingga tegangan keluaran dari kumparan sekunder sensor inti harus disearahkan terlebih dahulu. Penyearahan dilakukan oleh sebuah dioda yang dipasang dengan panjar maju, dengan ujung katodanya masuk pada pin ADC mikrokontroller.

ADC memproses tegangan yang masuk dengan cara membandingkan dengan tegangan referensi pada mikrokontroller. Pengolahan data ADC menghasilkan sebuah data-data digital yang akan diolah oleh mikroprosesor. Pengolahan data dilakukan oleh mikroprosesor dengan tujuan untuk mendapatkan data-data pembacaan tegangan yang akurat. Data-data hasil pengolahan mikroprosesor akan ditampilkan pada LCD atau indikator LED. Proses kerja seperti diatas terus menerus dilakukan sampai dengan sumber power dimatikan.

Perangkat lunak alat deteksi air tercemar logam menggunakan prinsip induksi dibuat berdasarkan diagram alir Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir perangkat lunak alat deteksi air tercemar logam menggunakan prinsip induksi.

### Karakterisasi sensor inti dan alat deteksi air tercemar logam Cu

Sensor inti pada alat deteksi air tercemar logam menggunakan prinsip induksi dikarakterisasi kepresisiannya saat belum diisi sampel. Sementara itu, alat deteksi dikarakterisasi kestabilannya setelah dihidupkan.

## Implementasi Alat Deteksi

Alat deteksi air tercemar logam menggunakan prinsip induksi akan diimplementasikan untuk mendeteksi air tercemar logam Cu. Implementasi alat deteksi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.

Menyiapkan sampel latihan.

Sampel latihan berupa air tercemar logam Cu dengan konsentrasi 2,5 ppm (mg/L), 3 ppm (mg/L), 4 ppm (mg/L), dan 5 ppm (mg/L). Batasan maksimal air tercemar logam Cu yang diperbolehkan adalah 2 ppm<sup>[15]</sup>.

Mengolah data sampel latihan.

Data sampel air tercemar logam Cu dengan konsentrasi 2,5 ppm (mg/L), 3 ppm (mg/L), 4 ppm (mg/L), dan 5 ppm (mg/L) diolah dengan cara menghitung rata-ratanya.

Memasukkan data sampel latihan ke alat deteksi.

Hasil rata-rata data sampel air normal tercemar logam Cu dengan konsentrasi 2,5 ppm (mg/L), 3 ppm (mg/L), 4 ppm (mg/L), dan 5 ppm (mg/L) dimasukkan ke dalam alat deteksi melalui program yang dibuat dengan bahasa C (CodeVision AVR).

Menyiapkan sampel uji.

Sampel uji berupa air tercemar logam Cu dengan konsentrasi 2,5 ppm (mg/L), 3 ppm (mg/L), 4 ppm (mg/L), dan 5 ppm (mg/L).

Mengimplementasikan alat deteksi pada sampel uji.

Saat sistem diujikan pada air tercemar logam Cu dengan konsentrasi 2,5 ppm (mg/L) seharusnya sistem menunjukkan informasi "NORMAL" pada layar LCD. Jika sistem menampilkan tulisan "NORMAL" pada layar LCD, maka diberikan tanda "√" pada kolom NORMAL. Namun, jika sistem menampilkan tulisan "TERCEMAR" pada layar LCD, maka diberikan tanda "√" pada kolom TERCEMAR.

Selanjutnya, hasil pengujian dihitung prosentase keberhasilannya dengan rumus sebagai berikut.

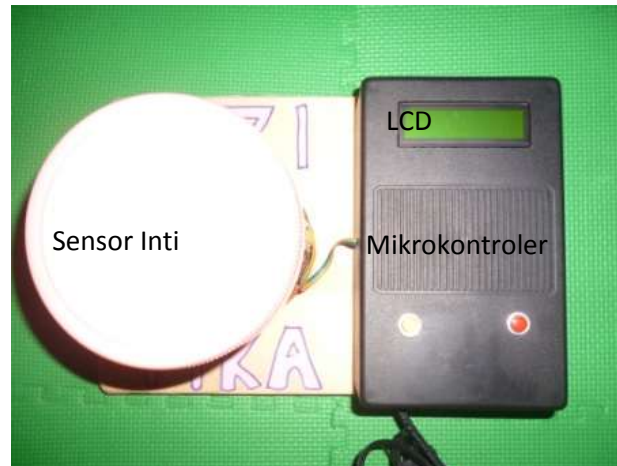
$$\text{Persentase Keberhasilan} = \frac{\text{jumlah benar}}{10} \times 100\% \quad \text{Persamaan (1)}$$

Persentase keberhasilan tersebut menunjukkan tingkat keberhasilan alat deteksi dalam mengenali sampel uji air tercemar logam Cu dengan konsentrasi 2,5 ppm (mg/L), 4 ppm (mg/L), dan 5 ppm (mg/L).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembuatan Alat Deteksi

Alat deteksi air tercemar logam menggunakan prinsip induksi yang telah dibuat diperlihatkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Alat deteksi air tercemar logam Cu menggunakan prinsip induksi

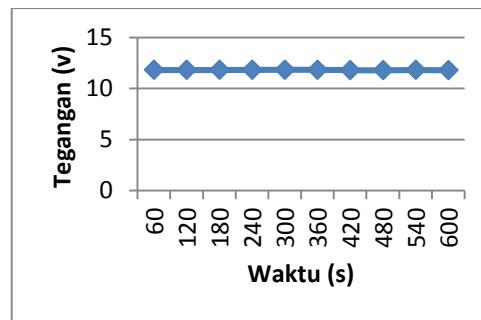
Dalam proses pembuatan alat deteksi air tercemar logam Cu ini digunakan prinsip induksi yang mana kawat dililitkan secara solenoid. Jika ada arus yang mengalir dalam kawat tersebut, maka akan menghasilkan medan magnet yang arahnya sesuai dengan kaidah tangan kanan dari medan magnet tersebut. Jika ada objek-objek logam di sekitarnya, maka nilai induksinya akan berubah<sup>[14]</sup>.

Pembuatan alat ini diawali dengan melilitkan kawat pada bagian luar toples yang bersifat insulator. Lilitan ini berjumlah sekitar  $\pm 1170$  lilitan dengan diameter kawat 0,15 mm yang menggunakan prinsip kawat ganda untuk setiap putaran lilitan pada toples. Setelah itu, kawat dialiri arus yang bersumber dari transformator dengan nilai tegangan yang digunakan sebesar 0-12 Volt. Dari sumber tegangan ini, akan terbaca nilai induksi sebuah objek yang diukur. Nilai tersebut selanjutnya diolah dalam otak sistem yakni mikrokontroler. Hasilnya ditampilkan pada LCD. Dari LCD inilah pengamat dapat mengetahui seberapa besar nilai induksi dari objek yang diukur.

### Karakterisasi Sensor Inti dan Alat Deteksi

Kepresisian sensor sebesar 99,86 %. Nilai tersebut diperoleh melalui perhitungan. Kepresisian ini menunjukkan bahwa dalam pengujian berulang-ulang dari sensor, keluaran yang dihasilkan dari satu data ke data yang lain memiliki kedekatan hasil atau nilai. Oleh karena itu sensor inti yang digunakan pada alat deteksi ini termasuk ke dalam kategori baik.

Adapun kestabilan alat deteksi, ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Grafik kestabilan alat deteksi

Gambar 5 menunjukkan bahwa alat deteksi yang dibuat stabil pada detik ke-60 atau menit pertama setelah alat deteksi dihidupkan. Oleh karena alat deteksi menunjukkan kestabilan yang baik setelah 60 detik dihidupkan atau menit pertama, maka alat deteksi dapat digunakan setelah detik ke-60 atau mulai menit kedua.

### Implementasi Alat Deteksi

Hasil implementasi alat deteksi pada sampel latihan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil implementasi alat deteksi pada sampel latihan

No	Kadar Larutan (ppm)	Output Sensor Inti
1	2,5	31
2	3,0	30
3	4,0	30
4	5,0	29

Tabel 1 menunjukkan bahwa output sensor inti berbanding terbalik dengan inputnya atau semakin besar kadar larutannya maka semakin kecil input sensor inti. Hal tersebut dikarenakan logam Cu bersifat diamagnetik<sup>[14]</sup>.

Adapun implementasi alat deteksi diperoleh keberhasilan 100%. Angka tersebut diperoleh karena semua sampel uji dapat dikenali dengan benar oleh alat deteksi. Keberhasilan tersebut dikarenakan karakteristik induksi air tercemar logam Cu yang diperbolehkan berbeda dengan air tercemar logam Cu yang tidak diperbolehkan dimana air tercemar logam Cu dengan konsentrasi larutan 3, 4, dan 5 ppm mempunyai nilai induksi lebih besar daripada air tercemar logam Cu dengan konsentrasi 2,5 ppm. Dengan demikian, alat deteksi air tercemar logam Cu menggunakan prinsip induksi ini dapat digunakan sebagai alternatif alat deteksi air tercemar logam Cu selain alat-alat deteksi yang telah ada. Hal tersebut merupakan sumbangsih fisika dalam ikut menjaga lingkungan.

### KESIMPULAN

Alat deteksi air tercemar logam Cu menggunakan prinsip induksi telah berhasil dibuat. Sensor inti pada alat deteksi air tercemar logam Cu menggunakan prinsip induksi yang telah dibuat mempunyai tingkat kepresisian 99,86%. Alat deteksi air tercemar logam Cu menggunakan prinsip induksi memiliki kestabilan pada menit pertama atau detik ke-60 saat alat dihidupkan. Implementasi alat deteksi air tercemar logam Cu menggunakan prinsip induksi pada sampel uji memiliki tingkat keberhasilan sebesar 100%.

## DAFTAR PUSTAKA

- 1 Anonim. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Peryaratan Kualitas Air Minum. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- 2 Tarigan, Z. Edward dan Rozak, A. 2003. Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn, dan Ni dalam Air Laut dan Sedimen di Muara Sungai Membramo Papua dalam Kaitannya dengan Kepentingan Budidaya Perikanan. *Makara Sains*, Vol. 7, No. 3.
- 3 Amin, B. Afriyani, E. dan Saputra, M.A. 2011. Distribusi Spasial Logam Pb dan Cu pada Sedimen dan Air Laut Permukaan di Perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Jurnal Teknobiologi*, Vol. II, No. 1.
- 4 Arifin, B. Deswati dan Loekman, U. 2012. Analisis Kandungan Logam Cd, Cu, Cr, dan Pb dalam Air Laut di Sekitar Perairan Bungus Teluk Kabung Kota Padang. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*, Vol. 9, No. 2.
- 5 Azhar, H. Widowati, I. dan Suprijanto, J. 2012. Studi Kandungan Logam Berat Pb, Cu, Cd, Cr pada Kerang Sumping (*Amusium peluronectes*), Air dan Sedimen di Perairan Wedung, Demak serta Analisis *Maximum Tolerable Intake* pada Manusia. *Journal of Marine Research*, Vol. 1, No. 2.
- 6 Damaianto, B. dan Masduqi, A. Indeks Pencemaran Air Laut Pantai Utara Kabupaten Tuban dengan Parameter Logam. *Jurnal TEKNIK POMITS*, Vol. 3, No. 1.
- 7 Kariada, N.T.M. dan Irsadi, A. 2014. Peranan Magrove sebagai Biofilter Pencemaran Air Wilayah Tambak Bandeng Tapak, Semarang. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, Vol. 21, No. 2.
- 8 Khairia, K. 2014. Analisis Kadar Tembaga (Cu) dan Seng (Zn) dalam Air Minum Isi Ulang Kemasan Galon di Kecamatan Lima Kaum Kabupaten Tanah Datar. *Jurnal Sainstek*, Vol. VI, No. 2.
- 9 Lestari dan Budianto, F. 2013. Konsentrasi hg, Cd, Cu, Pb, dan Zn dalam Sedimen di Perairan Gresik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan*, Vol. 5, No. 1.
- 10 Sagala, S.L. Brawananto, R. Kuswardani, A.R.T.D. dan Pranowo, W.S. 2014. Distribusi Logam Berat di Perairan Natuna. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan*, Vol. 6, No. 2.
- 11 Farrukh, M.A. 2011. R.A. *Atomic Absortion Spectroscopy*. Rijeka: InTech.
- 12 Supriyanto, C. Samin dan Kamal, Z. 2007. Analisis Cemar Logam Berat Pb, Cu dan Cd pada Ikan Air Tawar dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA). *Prosiding Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta, Hal. 147-152.
- 13 Kristianingrum, S. 2007. Modifikasi Metode Analisis Spesiasi Merkuri Dalam Lingkungan Perairan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*. Yogyakarta, Hal. 72-75.
- 14 Herlier, C. 2003. *Handbook of Nondestructive Evaluation*. New York: McGraw-Hill.
- 15 Kusnaedi. 2010. *Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum*. Jakarta: Penebar Swadaya.