

Desain Alat Ukur Kekeruhan Air menggunakan Sensor Cahaya Photodiode Berbasis Mikrokontroler AT Mega 328

Linda Handayani, Rhyan Prayuddy Reksamunandar*, Lulu Brianni Puteri, dan Hendro

Abstrak

Desain alat ukur kekeruhan air telah dibuat menggunakan sensor cahaya photodiode berbasis mikrokontroler AT Mega 328. Tingkat kekeruhan air dikonversi ke dalam besaran tegangan listrik. Sensor ini dapat digunakan untuk merancang alat pendeteksi kekeruhan air yang secara otomatis dapat mendaur ulang air yang kotor menjadi air yang layak pakai. Standar kekeruhan air didasarkan pada peraturan menteri kesehatan sebesar 5 NTU. Pemilihan sumber cahaya berupa LED putih didasarkan pada perbandingan tegangan yang dihasilkan oleh masing-masing LED pada air dengan NTU tertentu. Selanjutnya dilakukan analisa terhadap beberapa sampel air, juga terhadap larutan sejenis dengan tingkat konsentrasi zat terlarut yang berbeda. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa alat ukur ini dapat membedakan air jernih dan air keruh, dimana batas maksimum tegangan untuk air jernih adalah 0,074 Volt atau sekitar 5 NTU.

Kata-kata kunci: kekeruhan air, LED, mikrokontroler AT Mega 328, NTU, photodiode

Pendahuluan

Air merupakan bagian sangat penting dalam kehidupan, tanpa air tidak akan ada kehidupan di bumi karena air adalah bagian terbesar penyusun tubuh makhluk hidup. Berdasarkan tingkat kesehatannya, air dibagi menjadi air bersih dan air kotor[1]. Air bersih adalah air yang dapat dikonsumsi dan dapat digunakan untuk aktivitas kehidupan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan NO. 907/Menkes/SK/VII/2002, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi air sehingga menjadi air yang layak konsumsi, yaitu syarat Fisika, Biologi, dan Kimia. Pada penelitian ini, air layak konsumsi akan ditinjau berdasarkan syarat fisika. Berikut ini adalah syarat fisika yang harus dipenuhi untuk air layak konsumsi:

Tabel 1. Syarat air layak konsumsi[2]

No	Macam Pemeriksaan	Standar Maksimum	Satuan
1	Bau	Tidak berbau	
2	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	1000	mg/l
3	Kekeruhan	5	Skala NTU
4	Rasa	Tidak berasa	
5	Suhu	Suhu udara +3	°C
6	Warna	15	Skala TCU
		50	Skala Pt-Co

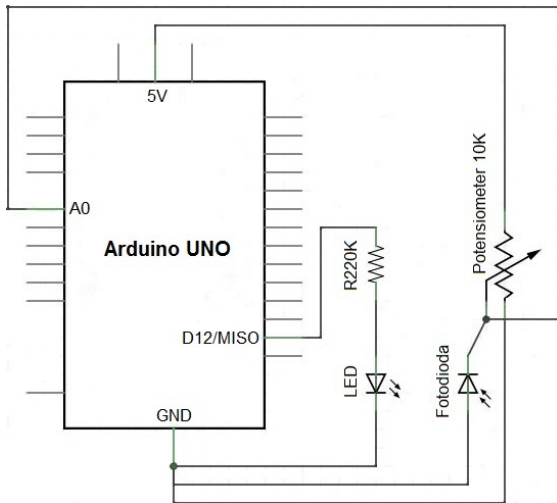
Syarat fisika dari air layak konsumsi akan difokuskan pada nilai kekeruhan air. Kekeruhan (*turbidity*) menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan disebabkan adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus). Kekeruhan juga merupakan sifat optik yang terjadi akibat hamburan cahaya oleh partikel yang menyebar dalam koloid, yaitu cairan yang mempunyai partikel-partikel yang menyebar atau melayang serta terurai secara halus dalam suatu medium dispersi. Partikel-partikel yang menyebar tersebut dapat berupa zat-zat organik yang terurai secara halus, jasad-jasad renik, lumpur, tanah liat dan zat koloid yang serupa atau benda melayang yang tidak mengendap dengan segera [3].

Teori dan Eksperimen

Air yang memiliki nilai kekeruhan rendah umumnya memiliki warna yang sama dengan warna pada air jernih. Tingginya nilai kekeruhan berhubungan dengan padatan terlarut dan tersuspensi. Semakin tinggi nilai padatan terlarut dan tersuspensi, maka nilai kekeruhan juga akan semakin tinggi. Total padatan yang terlarut pada air tidak boleh melewati kadar maksimum yang telah ditentukan oleh Menteri Kesehatan melalui Surat Keputusan Menteri Kesehatan, yaitu SK MENKES No. 907/MENKES/SK/VII/2002 sebesar 5 NTU.

Pada penelitian ini, dirancang alat berbasis sensor untuk mengukur tingkat kekeruhan air.

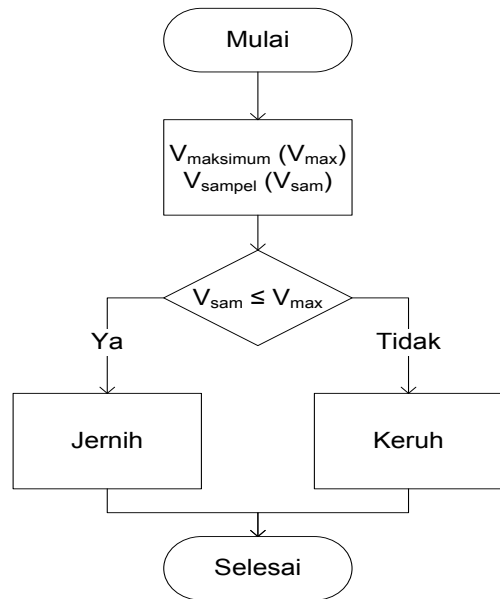
Sensor ini didesain untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air yang untuk selanjutnya dilakukan penjernihan air (mendaur ulang) secara otomatis menggunakan penjernih alami seperti arang dan sabut kelapa. Ketika sensor mendeteksi tingkat kekeruhan air di atas standar yang diizinkan, maka dengan otomatis motor generator menggerakkan air ke alat penjernih alami. Setelah dilakukan penjernihan, air akan dilewatkan kembali menuju sensor. Proses ini akan berlangsung terus menerus hingga tingkat kekeruhan air yang terukur berada di bawah standar yang diizinkan.



Gambar 1. Rangkaian pada alat ukur

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan pada beberapa sampel air yang telah ditentukan nilai NTU-nya di Laboratorium Air Teknik Lingkungan FTSL ITB. Nilai tegangan ini yang kemudian dijadikan nilai tegangan maksimum untuk menentukan apakah air yang diuji termasuk air yang jernih atau keruh. Air dikategorikan jernih ketika tegangannya kurang dari atau sama dengan tegangan pada air 5 NTU (tegangan maksimum), sedangkan ketika tegangannya berada di atas tegangan maksimum maka air tersebut masuk ke dalam kategori air keruh. Sumber cahaya awal yang digunakan adalah LED putih, kuning, merah, dan hijau dan untuk selanjutnya digunakan LED berwarna putih.

Setelah itu dilakukan pengujian dengan menggunakan beberapa jenis sampel air, dan sampel larutan sejenis dengan konsentrasi zat terlarut yang berbeda. Hal ini dilakukan untuk menguji alat ukur kekeruhan air yang dibuat. Secara ringkas, alur kerja pengambilan data dari alat ukur dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Flowchart pengambilan data

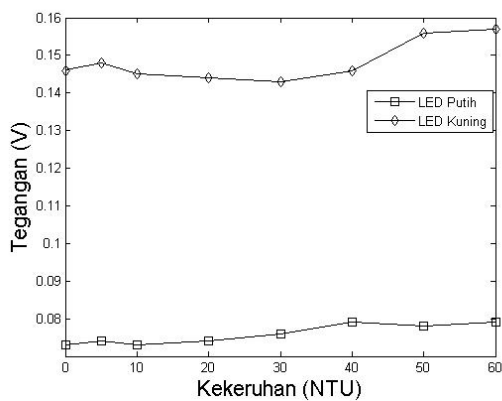
Sensor untuk mengukur kekeruhan yang digunakan adalah sensor *photodiode*. Sensor *photodiode* merupakan dioda yang peka terhadap cahaya, sensor *photodiode* akan mengalami perubahan arus pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara bias maju sebagaimana dioda pada umumnya. Arus listrik bias maju terjadi jika pada bagian anode dioda diberikan tegangan positif sedangkan katoda pada dioda diberikan tegangan negatif sehingga menyebabkan terjadi aliran arus ke diode. Perubahan arus pada sensor ini berpengaruh pada perubahan tegangan. Pengukuran intensitas cahaya yang diterima oleh detektor akan dipengaruhi ada tidaknya penghalang atau pengotor yang terlarut di dalam air. Kekeruhan yang berbeda akan menghasilkan nilai resistensi yang berbeda pada *photodiode*, sehingga perubahan tegangan dapat dinyatakan dalam tingkat kekeruhan air.

Hasil dan diskusi

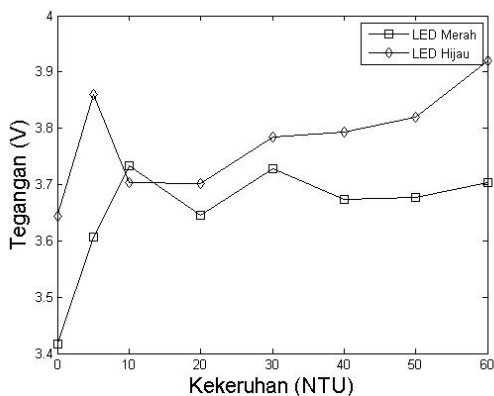
Hal pertama yang dilakukan adalah mengukur tegangan listrik pada air yang memiliki nilai NTU bervariasi. Tegangan diukur dengan bantuan beberapa jenis LED. Nilai NTU air telah ditentukan di laboratorium air FTSL ITB. Hal ini dilakukan untuk mengetahui LED mana yang memiliki linearitas paling baik. Selanjutnya LED ini yang akan digunakan sebagai sumber cahaya pada alat ukur. Hasil yang diperoleh ditunjukkan oleh tabel 2.

Tabel 2. Nilai Tegangan Air dengan menggunakan beberapa LED

Skala NTU	Tegangan (Volt)			
	Led Putih	Led Kuning	Led Merah	Led Hijau
0	0,073	0,146	3,416	3,644
5	0,074	0,148	3,606	3,86
10	0,073	0,145	3,733	3,704
20	0,074	0,144	3,646	3,702
30	0,076	0,143	3,729	3,785
40	0,079	0,146	3,673	3,793
50	0,078	0,156	3,677	3,819
60	0,079	0,157	3,703	3,920



Gambar 2. Grafik perubahan nilai tegangan terhadap kekeruhan air dengan menggunakan LED putih dan LED kuning



Gambar 3. Grafik perubahan nilai tegangan terhadap kekeruhan air dengan menggunakan LED merah dan LED hijau

Berdasarkan Gambar 2 dan Gambar 3, dapat dilihat bahwa linearitas yang paling baik dihasilkan oleh LED yang berwarna putih. Meski *range*-nya kecil, namun grafik hubungan antara tegangan dan kekeruhan menggunakan LED berwarna putih adalah yang paling linear. Grafik hubungan ini linear dikarenakan tegangan akan meningkat seiring meningkatnya kekeruhan air.

Range yang kecil dapat disebabkan oleh *range* larutan NTU yang digunakan terlalu kecil. Oleh karena itu, dalam percobaan ini digunakan konversi tegangan ke skala NTU menggunakan perbandingan nilai yang dihasilkan pada pembacaan LED putih. Hal ini berarti nilai ambang batas untuk air jernih adalah sebesar 0,074 Volt.

Selanjutnya dilakukan analisa terhadap beberapa sampel air untuk mengategorikan apakah sampel air tersebut termasuk air jernih atau air keruh. Hasil yang diperoleh ditampilkan dalam tabel 3.

Tabel 3. Perubahan tegangan pada beberapa sampel air

Jenis Air	Tegangan (Volt)	Status Pembacaan Alat
<i>Aquades</i>	0,073	Jernih
Air 5 NTU	0,074	Jernih
Air mineral kemasan	0,074	Jernih
Air PDAM	0,076	Keruh
Air Sungai Cikapundung	0,078	Keruh
Air bekas cucian <i>laundry</i>	0,103	Keruh

Pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa alat yang dirancang mampu membedakan air keruh dan air jernih berdasarkan tegangan yang dihasilkan. Pada air *aquades*, yang memiliki standar kekeruhan 0 NTU, tegangan yang terbaca sebesar 0,073 Volt. Nilai ini berada di bawah ambang batas untuk air jernih sehingga air *aquades* dikategorikan sebagai air jernih. Percobaan selanjutnya dilakukan dengan menggunakan air mineral kemasan. Berdasarkan proses analisis, air ini memiliki nilai tegangan 0,074 dan dimasukkan ke dalam kategori air jernih. Untuk air PDAM, air Sungai Cikapundung, dan air bekas cucian *laundry* nilai tegangan yang terukur diatas 0,074 sehingga ketiga jenis air tersebut masuk ke dalam kategori air keruh.

Terakhir dilakukan pengujian respon alat untuk larutan yang sama jenisnya namun memiliki tingkat konsentrasi zat terlarut yang berbeda. Sampel yang digunakan adalah larutan kopi dan larutan gula namun dengan konsentrasi bubuk kopi dan gula yang berbeda. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perubahan tegangan terhadap beberapa konsentrasi larutan kopi dan gula

Konsentrasi	Nilai Tegangan		Status Pembacaan Alat
	Larutan Gula	Larutan Kopi	
0	0,074	0,074	Jernih
20	0,075	4,932	Keruh
40	0,076	4,972	Keruh
60	0,078	4,998	Keruh
80	0,08	4,999	Keruh
100	0,083	4,999	Keruh

Berdasarkan tabel 4 pada larutan gula dan kopi, nilai tegangannya meningkat seiring meningkatnya konsentrasi zat terlarut. Setelah diberikan konsentrasi yang lebih dari 0%, nilai tegangannya lebih besar dari nilai ambangnya (tegangan maksimum) sehingga untuk larutan kopi dan gula mulai konsentrasi 20% dan di atasnya, dikategorikan sebagai air keruh.

Kesimpulan

Sensor kekeruhan yang dibuat dapat membedakan air jernih dan air keruh berdasarkan tegangan yang dihasilkan. Air dikatakan jernih apabila nilai tegangan maksimal berada pada 0,074 Volt atau setara dengan 5 NTU, sedangkan jika nilai tegangan diatas 0,074 Volt air tersebut masuk dalam kategori keruh.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Air, Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung atas bantuan pemberian sampel untuk penelitian ini.

Referensi

- [1] Suroso A. Yudianto, "Air dalam Kehidupan", Universitas Pendidikan Indonesia, 2011
- [2] Peraturan Menteri Kesehatan mengenai air layak konsumsi PERMENKES NO. 907/Menkes/SK/VII/2002
- [3] Fatah, Lukman Abdul dan Septian Habiansyah, "Alat Pendeteksi Kekeruhan Air Pada Toren Dengan Sensor *LDR* Dan *Buzzer* Berbasis AT Mega 8535", Jurnal LPKIA, 2014, p.2-6

Linda Handayani
Physics of Earth and Complex Systems Research
Division
Institut Teknologi Bandung
lindahandayani08@yahoo.com

Rhyan Prayuddy Reksamunandar*
Physics for Electronic Material Research Division
Institut Teknologi Bandung
rhyan.pr26@gmail.com

Lulu Brianni Puteri
Physics of Earth and Complex Systems Research
Division
Institut Teknologi Bandung
lulu.b.puteri@gmail.com

Hendro
Theoretical High Energy Physics and Instrumentation
Research Division
Institut Teknologi Bandung
hendro@fi.itb.ac.id

*Corresponding author