

Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) Berbasis Mikrokontroler At Mega 328 Sebagai Alat Pendeteksi Kekeruhan Air

Trisha Gustiya^{1,a)}, Rouf^{1,b)}, Dian Nur Aini^{1,c)}, dan Hendro^{2,d)}

¹Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Kelompok Keilmuan Fisika Teoritik Energi Tinggi dan Instrumentasi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)} trishagustiya93@gmail.com (corresponding author)

^{b)} abdur.rouf049@gmail.com

^{c)} dianaini16@gmail.com

^{d)} hendro@fi.itb.ac.id

Abstrak

Dilakukan kegiatan rancang bangun alat pengukur kekeruhan air sebagai aplikasi dari sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) berbasis mikrokontroler AT mega 328. Penelitian ini dilakukan untuk mengukur tingkat kekeruhan air dengan cara mengkonversi besaran tegangan listrik menjadi besaran tingkat kekeruhan (*turbiditas*) air. Rangkaian alat terdiri dari sensor LDR untuk mendeteksi kekeruhan, minimum sistem dari mikrokontroler AT mega 328 sebagai pusat kendali pada rangkaian sensor, serta LED putih sebagai sumber cahaya optimum yang akan dibandingkan dengan tegangan yang dihasilkan pada masing-masing pengukuran di dalam air. Parameter tingkat kekeruhan maksimal pada air layak konsumsi didasarkan pada Peraturan Menteri Kesehatan sebesar 5 NTU, yang kemudian dilakukan kegiatan sampling untuk mengetahui sensitivitas sensor terhadap beberapa tingkat kekeruhan air yang berbeda. Selanjutnya dilakukan plot grafik logaritmik untuk mengetahui hubungan besaran tegangan yang terukur terhadap besaran tingkat kekeruhan air pada sampel.

Kata-kata kunci : mikrokontroler AT mega 328, LDR, LED, kekeruhan air, turbidimeter

PENDAHULUAN

Pengujian kekeruhan air sangat diperlukan dalam proses pengolahan air agar air layak dikonsumsi. Oleh karena itu, diperlukan suatu usaha untuk mengembangkan alat yang berfungsi sebagai pendeteksi kekeruhan air, sehingga terdapat parameter baku tingkat kejernihan air yang bisa dikonsumsi oleh masyarakat. Berdasarkan komposisinya, air dibagi menjadi dua yaitu air murni dan air tak murni. Air murni hanya mengandung 2 atom H (hidrogen) dan 1 atom O (oksigen), sehingga rumusnya H₂O. Air di alam adalah air tidak murni, karena mengandung mineral [1].

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai parameter fisika yang berkaitan dengan air layak konsumsi, yaitu nilai turbiditas atau kekeruhan air. Turbiditas menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang dihamburkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Arah jalan cahaya yang ditransmisikan akan mengalami perubahan ketika cahaya menyentuh partikel dalam kolom air [2].

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 [3].

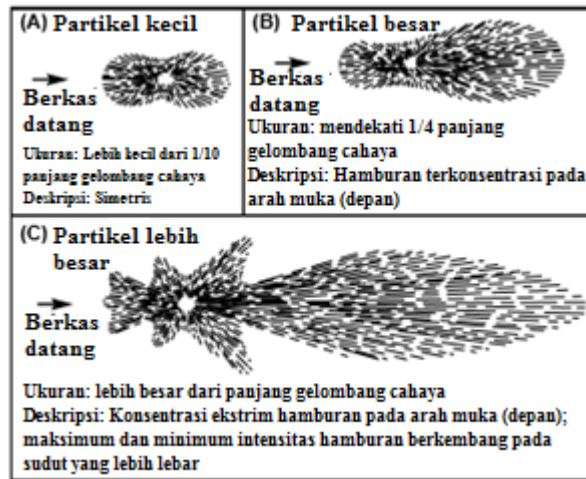
TINJAUAN TEORI

Hamburan cahaya merupakan fenomena penyebaran dan pemancaran cahaya oleh partikel-partikel tidak terlarut (tersuspensi) yang ada di dalam zat cair dimana cahaya yang berupa gelombang elektromagnetik akan menabrak partikel tersebut yang memiliki ukuran lebih besar. Ketika cahaya ditransmisikan ke air, partikel-partikel tersuspensi akan memblokir transmisi cahaya saat melalui air. Arah jalan cahaya yang ditransmisikan akan mengalami perubahan ketika cahaya menyentuh partikel dalam kolom air.

Jika tingkat kekeruhan rendah maka hanya sedikit cahaya yang akan disebar dari arah semula. Pada air dengan tingkat kekeruhan tinggi cahaya yang ditransmisikan akan mengalami gangguan dan akan banyak cahaya yang terhambur. Besarnya turbiditas sebanding dengan besarnya intensitas cahaya yang dihamburkan [4].

$$Turbiditas \propto \frac{I_s}{I_0} \tag{1}$$

Dimana I_s adalah intensitas cahaya terhambur yang ditangkap oleh sensor, I_0 adalah intensitas cahaya dari sumber.



Gambar 1. Skema hamburan cahaya yang menumbuk partikel dengan ukuran tertentu (<http://www.mermaidproject.eu/>) [5]

Selain hamburan, transmisi dan absorpsi cahaya juga merupakan aspek yang perlu ditinjau. Transmisi merupakan besarnya perbandingan intensitas cahaya yang diteruskan ke sensor dengan intensitas cahaya sumber. Sedangkan absorpsi cahaya merupakan penyerapan intensitas cahaya oleh suatu bahan yang terlarut pada air [6]. Secara matematis dituliskan sebagai berikut.

$$T = \frac{I_t}{I_0} \tag{2}$$

$$A = -\log(T) = -\log\left(\frac{I_t}{I_0}\right) \tag{3}$$

Dengan T adalah transmitansi, A adalah absorbansi, dan I_t adalah intensitas cahaya yang ditransmisikan.

RANCANGAN ALAT DAN METODOLOGI PENELITIAN

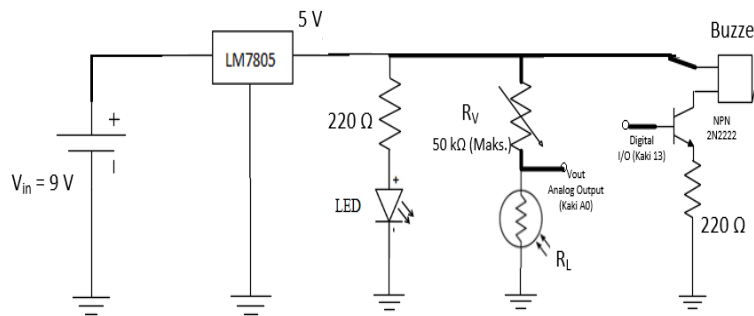
Pada penelitian ini digunakan LDR sebagai sensor cahaya. Secara umum LDR bekerja berdasarkan pengaruh dari intensitas cahaya yang datang pada bagian sensor. Besarnya intensitas cahaya akan mempengaruhi besarnya nilai resistansi pada LDR. Pada saat cahaya pada permukaan LDR redup, resistansi

LDR rendah. Sedangkan pada saat cahaya terang, nilai resistansinya semakin kecil. Pengaruh intensitas cahaya terhadap resistansi LDR ini bersifat menurun secara eksponensial [7].

Ketika sebuah sumber cahaya (LED) dinyalakan, cahaya akan memancar dan melewati larutan dalam tabung sampel dan kemudian akan mengenai sensor dua buah LDR yang dipasang di dua sisi berbeda dari tabung alat. LDR akan merespon setiap intensitas cahaya yang diterimanya. Sampel yang berbeda akan mempengaruhi intensitas cahaya yang akan diterima oleh LDR, sehingga nilai resistansi juga akan berubah. Perubahan nilai resistansi pada LDR akan menghasilkan perubahan tegangan. Perubahan tegangan inilah yang akan digunakan sebagai indikator menentukan tingkat kekeruhan sampel yang diinginkan.

Metode yang paling banyak digunakan oleh beberapa perusahaan untuk membuat turbidimeter adalah dengan menset posisi sensor dari arah sumber cahaya datang dengan sudut tertentu. Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan pengukuran dengan arah transmisi cahaya langsung menuju sensor, dan dengan posisi sensor 90° dari sumber cahaya.

Berikut ini rancangan instrumentasi alat ukur yang digunakan.

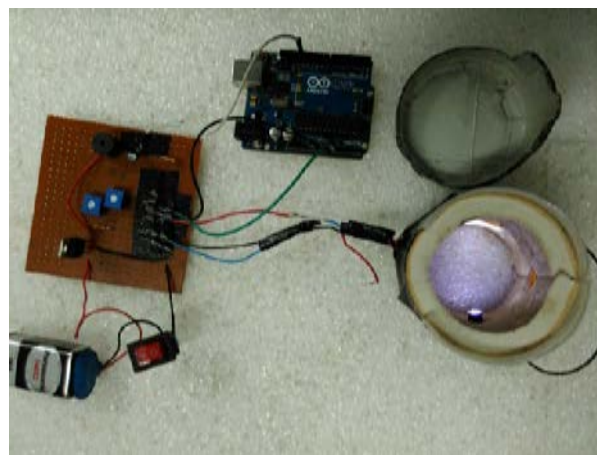


Gambar 2. Skema rangkaian alat ukur

Dimana tegangan output dari LDR dihubungkan ke kaki analog input A0 pada board arduino AT Mega 328. Jika tegangan melebihi ambang batas, tegangan dari kaki digital Arduino (kaki 13) diteruskan ke kaki base transistor sehingga alarm berbunyi.

Proses pengambilan data dilakukan dengan menggunakan arduino, serta labview sebagai interface-nya. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan kalibrasi alat terlebih dahulu. Kalibrasi dilakukan dengan mengukur lima sampel larutan (berupa air gula, air kopi, air kran, aquades dan susu diencerkan) menggunakan alat ukur kekeruhan air yang sudah distandardisasi, yakni turbidimeter. Didapatkan hasil pengukuran dengan turbidimeter masing-masing; air gula sebesar 5.2 NTU, air kopi sebesar 452 NTU, air kran sebesar 1.1 NTU, aquades sebesar 0.1 NTU, dan susu diencerkan sebesar 615 NTU.

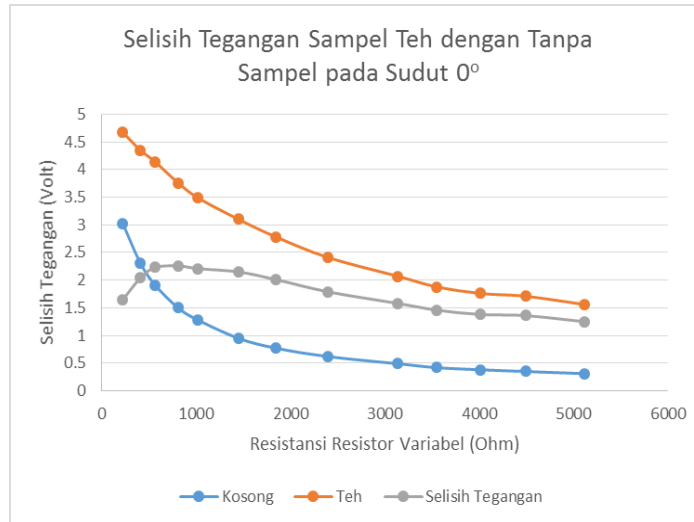
Selanjutnya dilakukan pengukuran kekeruhan air menggunakan rancang bangun alat untuk menguji apakah alat ukur dapat membedakan larutan jernih dan keruh. Pengukuran dilakukan untuk objek cairan yang sama, yaitu: air gula, air kopi, air kran, aquades dan susu diencerkan. Pengujian terakhir dengan menggunakan larutan sampel larutan sejenis dengan konsentrasi zat terlarut yang berbeda.



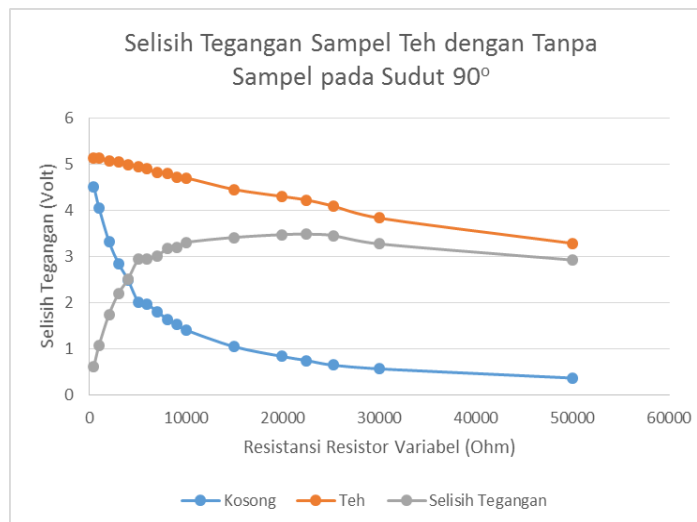
Gambar 3. Prototype alat ukur

RANCANGAN ALAT DAN METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat dua parameter yang dipertimbangkan untuk desain alat ukur. Parameter tersebut adalah besar sudut antara sensor LDR dengan sumber cahaya (LED) dan nilai resistivitas yang digunakan. Berdasarkan hasil percobaan untuk dua sudut yang berbeda yaitu 90⁰ dan 180⁰ diperoleh kurva sebagai berikut.



Gambar 4. Selisih tegangan pada sampel berbeda untuk sudut sensor 0°



Gambar 5. Selisih tegangan pada sampel berbeda untuk sudut sensor 90°

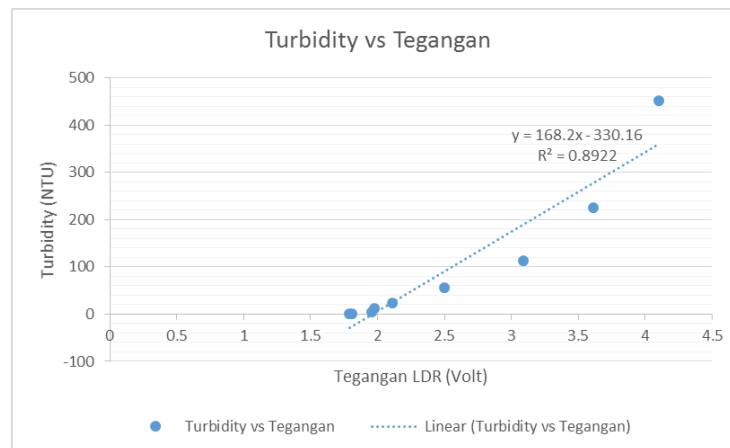
Kedua kurva di atas masing-masing menunjukkan kurva tegangan terhadap resistansi dari sensor LDR terhadap ruang tanpa larutan uji dengan ruang menggunakan larutan uji air teh. Dari hasil di atas, pengujian pengukuran pada sudut 90° menunjukkan selisih tegangan yang relatif lebih lebar dibandingkan selisih tegangan pada sudut 0°.

Setelah itu dilakukan pengukuran larutan uji yang sudah diketahui kadar NTU. Berikut ini tabel hasil pengukuran yang diperoleh.

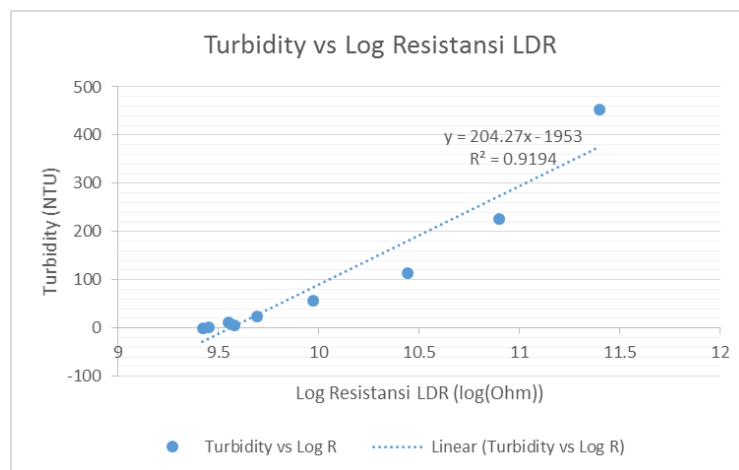
Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan dan resistansi sampel

Sampel	Turbiditas (NTU)	Tegangan (Volt)	Resistansi LDR (Ω)
Aquades	0.1	1.79	12169
Keran	1.1	1.81	12248
Gula	5.2	1.96	14146
Kopi 1	11.5625	1.98	14113
Kopi 2	23.25	2.11	15999
Kopi 3	56.5	2.5	21426
Kopi 4	113	3.09	34193
Kopi 5	226	3.61	53716
Kopi 6	452	4.1	88695

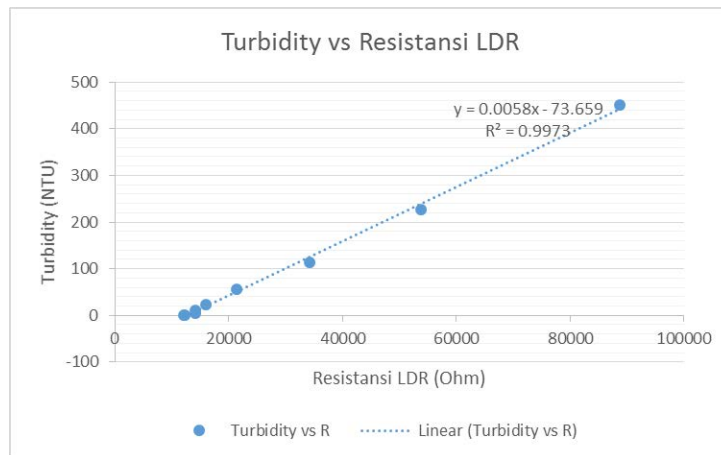
Dari hasil di atas dilakukan regresi *linear* nilai turbiditas masing-masing terhadap tegangan, resistansi, serta log resistansi untuk mengetahui hubungan yang paling relevan. Berikut ini hasil regresi linear yang diperoleh.



Gambar 6. Regresi *linear* turbiditas terhadap tegangan



Gambar 7. Regresi *linear* turbiditas terhadap log resistansi LDR



Gambar 8. Regresi *linear* turbiditas terhadap resistansi LDR

Dari ketiga kurva di atas, hasil regresi *linear* yang paling baik didapatkan pada kurva turbiditas terhadap resistansi LDR. Dengan fungsi transfer turbiditas terhadap tegangan (fungsi regresi linear),

$$\text{Turbiditas} = 0.0058R_L - 73.659 \quad (4)$$

dengan nilai keselarasan 0.9937 ($r^2 = 0.9937$).

Jika ditinjau dari hasil regresi *linear* di atas, dapat disimpulkan bahwa besarnya turbiditas yang didapat dari rancangan alat ukur dibuat bersifat *linear* dan berbanding lurus terhadap hasil ukur nilai resistansi. Karena besarnya resistansi LDR merupakan fungsi eksponensial menurun terhadap intensitas, berarti fungsi besarnya ukuran turbiditas dari rancangan alat ukur ini-pun merupakan fungsi eksponensial menurun dari intensitas cahaya. Sedangkan jika ditinjau dari definisi turbiditas pada bagian teori, nilai turbiditas seharusnya berbanding lurus terhadap besarnya intensitas cahaya.

Perbedaan interpretasi hasil penelitian ini terhadap teori didapat karena pada rancangan alat ukur yang dibuat menggunakan LED sebagai sumber cahaya, dimana cahaya yang dipancarkan tidak sepenuhnya berada pada trajektori yang lurus, tetapi ada bagian cahaya yang menyebar sehingga pada detektor yang diletakkan pada sudut 90° masih tetap menerima cahaya transmisi. Karena intensitas cahaya hasil hamburan relatif jauh lebih kecil daripada intensitas cahaya transmisi, maka intensitas cahaya transmisi menjadi bagian yang paling dominan dari hasil pengukuran ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Telah dibandingkan sudut detektor terhadap sumber cahaya antara 0° dan 90° . Dari hasil pengukuran, sudut 90° memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan 0° .

Batasan tegangan yang digunakan untuk menentukan jernih atau tidaknya suatu sampel adalah 1.8 V (0 NTU), Jika hasil pengukuran $< 1.8 \text{ V}$, air dapat dikatakan memiliki 0 NTU . Air dapat dikatakan keruh jika $V_{out} > 2 \text{ V}$ ($> 5 \text{ NTU}$).

Hasil pengukuran terhadap beberapa sampel dengan nilai NTU yang berbeda menunjukkan adanya nilai linearitas terhadap resistansi LDR, dengan fungsi transfer ($\text{Turbiditas} = 0.0058R_L - 73.659$) dan nilai keselarasan regresi linear ($r^2 = 0.9937$), Sehingga alat ukur ini dapat digunakan untuk menentukan kejernihan air.

Hasil pengukuran ini menunjukkan bagian yang dominan intensitas cahaya yang ditangkap oleh sensor LDR ini adalah intensitas cahaya transmisi. Oleh karena itu diperlukan sumber cahaya yang arah trajektorinya lebih terlokalisasi. Selain itu bisa juga dilakukan dengan mensetting dan kalibrasi hasil pengukuran sehingga didapatkan hasil pengukuran yang lebih representatif.

REFERENSI

1. Nuzula, Nike Ika; Endarko. 2013. *Perancangan Pembuatan Alat Ukur Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroler AATMega 8535*. Jurnal Sains dan Seni POMITS Vol. 2, No.1. ITS
2. Handayani, Linda et. al. 2015. *Desain Ukur Kekeruhan Air Menggunakan Sensor Cahaya Photodiode Berbasis Mikrokontroler AT Mega 328*. Bandung, SNIPS, 2015
3. PERMENKES NO. 907/Menkes/SK/VII/2002. Kementerian Kesehatan republik Indonesia

4. John Daly. "What is Turbidity?". South Fork Instruments, Inc. Standards Certification, Education, & Training.
5. Souza Dias, Francisco (2012): Turbidity sensors. Available from http://www.coastalwiki.org/wiki/Turbidity_sensors [accessed on 23-12-2015]
6. Wahyuni, Wenny. Dkk. Rancang Bangun Alat Ukur Transmisi dan Absorpsi Cahaya Berbasis Arduino dan LabVIEW. Bandung, SNIPS, 2015
7. P.K Kumar, Jeethendra. 2002. *LDR Characteristic*. Lab Experiments Vol-2, No.3, December 2002.