

RANCANG BANGUN ALAT UKUR TINGKAT KEKERUHAN ZAT CAIR BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S51 MENGGUNAKAN SENSOR FOTOTRANSISTOR DAN PENAMPIL LCD

Yefri Hendrizon, Wildian

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang 25163, INDONESIA
email: yefri.hendrizon@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dihasilkan suatu alat ukur tingkat kekeruhan zat cair berbasis mikrokontroler AT89S51 dengan menggunakan sistem sensor yang terdiri dari LED dan fototransistor, serta LCD karakter 2x16 sebagai penampil data hasil pengukuran. Alat ukur ini bekerja berdasarkan prinsip hamburan cahaya oleh partikel-partikel tersuspensi di dalam zat cair, dengan posisi fototransistor adalah 90° terhadap cahaya yang datang dari LED (disebut metode *Nephelometer*). Pengukuran tingkat kekeruhan zat cair dengan metode *Nephelometer* paling sensitif dibandingkan dengan sudut 45° dan 0° (metode Turbidimeter). Jarak antara partikel penghambur dan detektor fototransistor pada metode *Nephelometer* terbatas dalam jarak yang dekat (sekitar 7 cm), dan kemampuan pengukuran alat ini adalah dalam rentang 6 NTU hingga 164 NTU. Kesalahan relatif rata-rata alat ukur tingkat kekeruhan zat cair hasil rancang bangun ini adalah 3,03% dan kesalahan relatif maksimumnya adalah sebesar 12,5%.

Kata kunci: AT89S51, fototransistor, *Nephelometer*, tingkat kekeruhan.

ABSTRACT

A turbidimeter based on microcontroller AT89S51 using a sensor system consist of LED and phototransistor and LCD 2x16 characters as a display has been designed. This meter works according to the principles of light scattering by particles suspended in fluid, where the position of the phototransistor is 90° to the incident light from LED (called Nephelometer method). The measurement of fluid turbidity using Nephelometer method is most sensitive compared to the angle of 45° and 0° (Turbidimeter method). The distance between scattering particles and the phototransistor in Nephelometer method is limited in the range of about 7 cm, and the measurement ability of this meter is in the range of 6 NTU to 164 NTU. The average relative error measure turbidity liquid engineering results is 3.03% and the maximum relative error is 12.5%.

Key words: AT89S51, phototransistor, Nephelometer, turbidity.

I. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan mendasar bagi kelangsungan hidup manusia, manusia tidak dapat hidup tanpa air. Air biasanya diperoleh atau bersumber dari sumur, sungai, atau danau. Sebagaimana lazimnya air sungai, debit dan tingkat kekeruhan airnya selalu berubah-ubah sesuai musim. Umumnya, air menjadi keruh setelah hujan yang relatif lebat dan lama. Kekeruhan air terjadi karena adanya zat padat yang tidak terlarut, baik yang bersifat organik maupun anorganik.

Kekeruhan (*turbidity*) adalah keadaan dimana transparansi suatu zat cair berkurang akibat kehadiran zat-zat tak-terlarut (ISO, 1999). Untuk mengetahui tingkat kekeruhan air (turbiditas) digunakan alat ukur yang disebut turbidimeter. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang demikian pesat di bidang elektronika dan instrumentasi telah memungkinkan diciptakannya alat-alat ukur yang bekerja secara digital.

Model desain alat ukur tingkat kekeruhan zat cair ini menggunakan mikrokontroler AT89S51 dengan menggunakan sensor fototransistor pada posisi 90° terhadap cahaya yang datang dari LED (disebut metode *Nephelometer*), dimana standar yang digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air adalah NTU (*Nephelometric Turbidity Units*), dan menampilkan hasil pengukurannya pada LCD karakter 2x16. Dengan menggunakan prinsip hamburan cahaya. Cahaya dilewatkan melalui suatu zat cair, maka ada sebagian energi foton cahaya itu yang diserap dan sebagian lagi dihamburkan oleh partikel-partikel tersuspensi yang

berada di jalur lintasan cahaya tersebut. Oleh sebab itu, metode pengukuran tingkat kekeruhan zat cairpun dibedakan menurut intensitas cahaya mana yang diukur: cahaya yang diteruskan (*transmitted*), cahaya yang dihamburkan (*scattered*), atau kedua-duanya (Lambrou *et al*, 2008).

II. METODE

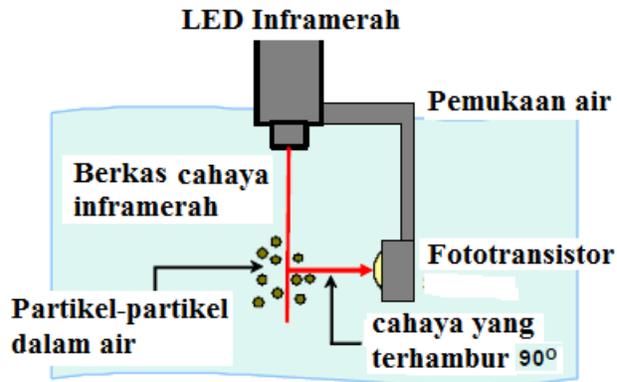
2.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika Universitas Andalas, mulai Januari 2012 sampai April 2012.

2.2 Perancangan Alat

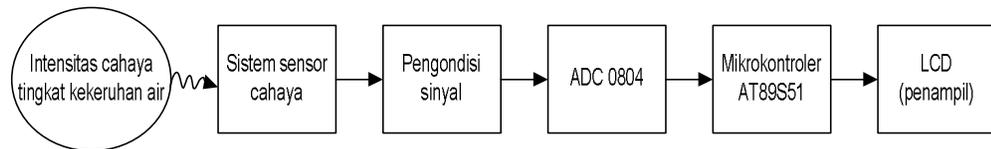
2.2.1 Sistem Sensor

Sistem sensor ini dipasang untuk mengetahui pengaruh jarak antara sumber cahaya dan sensor fototransistor dengan variasi sudut 0°, 90° dan 45°. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



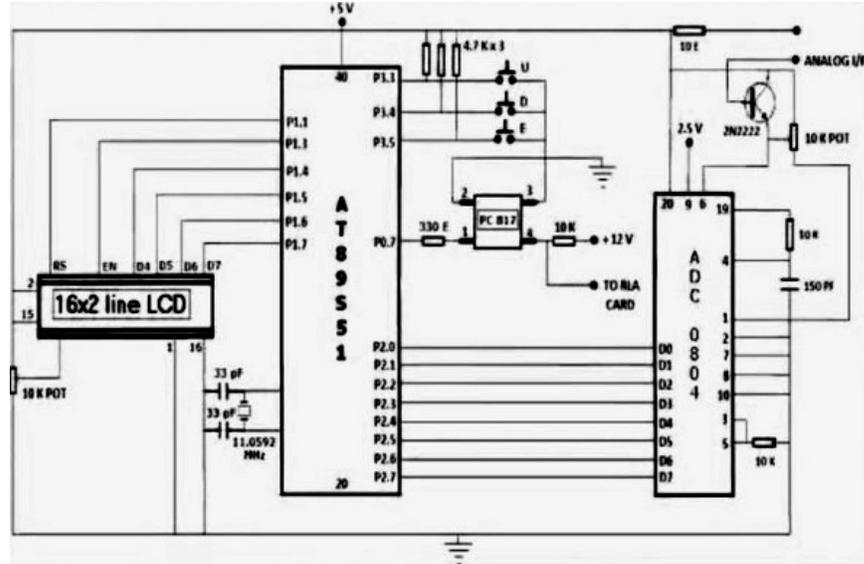
Gambar 1. Tata-letak sistem sensor

2.2.2 Perancangan Perangkat Keras (*hardware*)



Gambar 2. Diagram blok sistem alat ukur tingkat kekeruhan air.

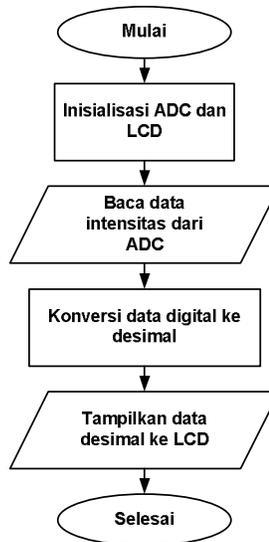
Intensitas cahaya setelah melalui sampel air diterima oleh sistem sensor cahaya. Keluaran sistem sensor ini berupa tegangan analog yang kemudian dikondisikan oleh pengondisi sinyal. Sinyal tegangan analog yang telah terkondisi ini kemudian diubah ke bentuk digital oleh ADC 0804. Selanjutnya data digital yang dikeluarkan oleh ADC diolah oleh mikrokontroler untuk ditampilkan di LCD dalam bentuk nilai tingkat kekeruhan air. Rangkaian sistem minimum keseluruhannya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian sistem
(sumber: http://imo-community.blogspot.com/2011_12_01_archive.html)

2.2.3 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Untuk menjalankan suatu sistem instrumentasi berbasis mikrokontroler diperlukan urutan instruksi yang disebut program. Program sistem alat ukur tingkat kekeruhan air ini ditulis dalam bahasa pemrograman C menggunakan perangkat lunak *Reads 51*, dengan diagram alir seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir program sistem pengukuran.

2.3 Pengujian Alat

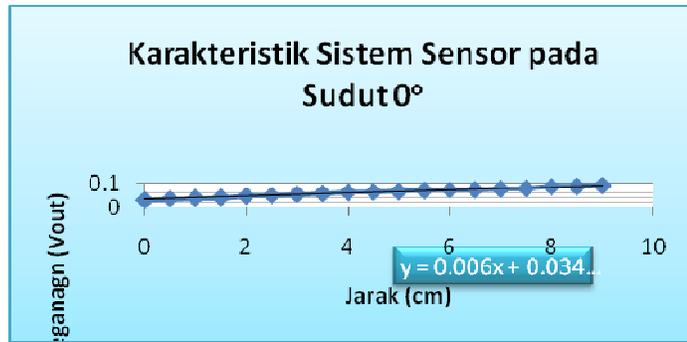
Pengujian alat dilakukan dengan terlebih dahulu mengkarakterisasi sistem sensor. Caranya adalah dengan menempatkan *cuvette* (atau medium transparan lainnya) berisi air yang tersuspensi di antara rangkaian sistem sensor, lalu mencatat tegangan keluaran fototransistor. Pada saat yang sama dicatat pembacaan pada turbidimeter acuan yang ditempatkan bersebelahan dengan fototransistor. Hasil pembacaan kedua alat ini kemudian dibandingkan untuk mendapatkan fungsi transfer hubungan antara tegangan keluaran fototransistor dan nilai

tingkat kekeruhan yang ditunjukkan oleh turbidimeter. Prosedur yang sama dilakukan untuk beberapa tingkat kekeruhan air yang berbeda. Data tegangan keluaran fototransistor dan nilai tingkat kekeruhan air yang terbaca pada turbidimeter ini kemudian diolah dengan program Excel untuk perbandingan dengan alat ukur turbidimeter sebagai fungsi transfer. Fungsi transfer inilah yang kemudian dimasukkan ke dalam program bahasa C untuk digunakan sebagai kontrol penampilan nilai desimal pada LCD.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Karakteristik Tegangan Sistem Sensor Terhadap Jarak dengan Sudut 0°

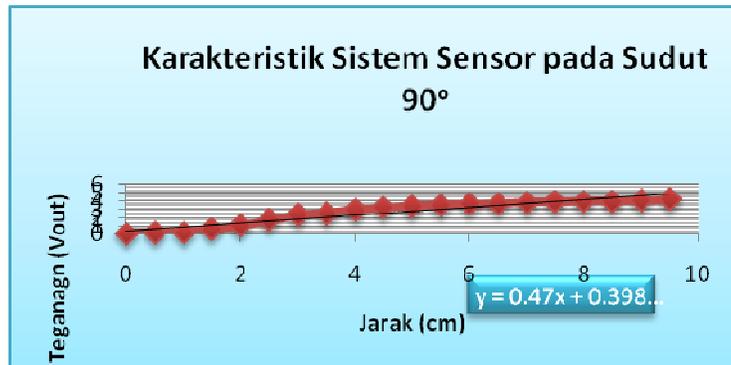
Dari grafik hubungan antara tegangan dan jarak pada sudut 0° (Gambar 5) didapatkan fungsi *transfer* $y = 0,006x + 0,034$ Volt, dengan tingkat sensitivitas sensor sebesar 6 mV/cm dan derajat korelasi liniernya sebesar $R^2 = 0,988$. Hasil pengukuran dengan metode turbidimeter (sudut 0°) ini memperlihatkan perubahan yang kecil karena sebagian besar cahaya diteruskan. Ini menunjukkan bahwa partikel-partikel tersuspensi dalam zat cair tersebut berukuran kecil (sesuai teori).



Gambar 5. Grafik hubungan antara tegangan dan jarak pada sudut 0°.

3.2 Karakteristik Tegangan Sensor Terhadap Jarak dengan Sudut 90°

Dari grafik hubungan antara tegangan dan jarak pada sudut 90° (Gambar 6) didapatkan fungsi *transfer* $y = 0,47x + 0,0398$ Volt, dengan tingkat sensitivitas sebesar 470 mV/cm dan derajat korelasi liniernya sebesar $R^2 = 0,891$. Hasil pengukuran dengan metode *nephelometer* (sudut 90°) ini memperlihatkan perubahan tegangan yang relatif besar karena sebagian besar cahaya yang tiba dihamburkan oleh partikel-partikel tersuspensi (sesuai teori).

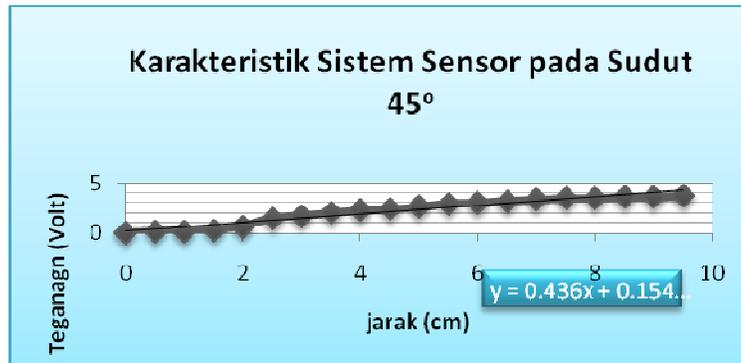


Gambar 6. Grafik hubungan antara tegangan dan jarak pada sudut 90°.

3.3 Karakteristik Tegangan Sensor Terhadap Jarak dengan Sudut 45°

Dari grafik hubungan antara tegangan dan jarak pada sudut 45° (Gambar 7) didapatkan fungsi *transfer* $y = 0,436x + 0,154$ Volt, dengan dengan tingkat sensitivitas sebesar 436 mV/cm

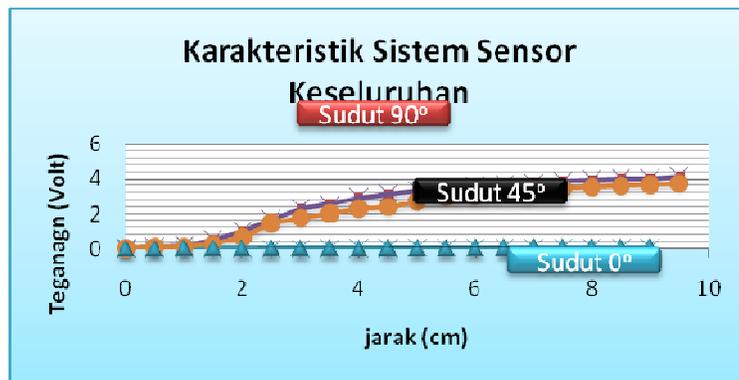
dan derajat korelasi liniernya sebesar sebesar $R^2 = 0,936$. Hasil pengukuran dengan sudut 45° ini memiliki sensitivitas yang lebih kecil dari pada dengan sudut 90° , tapi lebih besar dari pada dengan sudut 0° .



Gambar 7. Grafik hubungan antara tegangan dan jarak pada sudut 45° .

3.4 Perbandingan Hubungan Karakteristik Tegangan Sensor Terhadap Jarak dengan Sudut 45° , 90° dan 0°

Jika ketiga karakteristik sistem sensor dengan variasi sudut 45° , 90° dan 0° itu di-plot dalam satu grafik, maka diperoleh gambar seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Karakteristik sensor fototransistor dengan variasi sudut.

Gambar 8 mempertegas bahwa pengukuran tingkat kekeruhan zat cair dengan metode *nephelometer* (sudut 90°) paling sensitif dibandingkan dengan sudut 45° dan 0° . Namun, jarak antara partikel penghambur dan detector fototransistor pada metode *nephelometer* terbatas dalam jarak yang dekat (sekitar 7 cm). Hal ini disebabkan karena intensitas cahaya terhambur yang diterima detektor lebih sedikit daripada yang diterimanya ketika berada pada posisi 45° dan 0° . Data hasil pengukuran karakteristik sensor ini selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam pemrograman sistem alat ukur tingkat kekeruhan zat cair berbasis mikrokontroler ini.

3.5 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan antara Alat yang dibuat dengan Turbidimeter

Tingkat kekeruhan sampel ini diukur terlebih dahulu dengan turbidimeter acuan, lalu diukur lagi dengan alat ukur yang telah dibuat. Hasil pengukuran kedua alat ini kemudian digunakan untuk menentukan kesalahan relatif alat ukur hasil rancangan bangun terhadap alat ukur acuan, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji alat terhadap alat acuan.

No.	Kekeruhan (NTU)		% Kesalahan (dimutlakkan)
	Alat Standar	Alat yang dirancang	
1	1,2	5	Tidak digunakan
2	1,5	5	Tidak digunakan
3	2,6	5	Tidak digunakan
4	6,3	6	4,76
5	8	7	12,5
6	16,1	16	0,62
7	22	21	4,55
8	29	32	10,34
9	37	35	5,41
10	38,7	39	0,78
11	59	56	5,08
12	70	69	1,43
13	74	74	0
14	91	91	0
15	104	105	0,96
16	117	118	0,85
17	140	140	0
18	158	156	1,27
19	164	164	0
20	212	174	Tidak digunakan
21	307	188	Tidak digunakan
22	465	223	Tidak digunakan
Rata-rata			3,03

Tabel 1 memperlihatkan bahwa alat hasil rancang-bangun ini mempunyai rentang pengukuran yang terbatas (6 NTU – 164 NTU). Di luar rentang itu hasil pengukuran yang ditampilkannya tidak lagi akurat. Dalam rentang pengukurannya tersebut, alat ini memiliki kesalahan relatif maksimum sebesar 12,5%.

IV. KESIMPULAN

1. Alat ukur tingkat kekeruhan zat cair berbasis mikrokontroler AT89S51 dengan menggunakan sistem sensor yang terdiri dari LED dan fototransistor yang ditempatkan 90° terhadap cahaya datang, serta LCD karakter 2x16 sebagai penampil data hasil pengukuran ini dapat digunakan untuk mendeteksi tingkat kekeruhan suatu zat cair.
2. Pengukuran tingkat kekeruhan zat cair dengan metode *nephelometer* (sudut 90°) paling sensitif dibandingkan dengan sudut 45° dan 0° (metode Turbidimeter).
3. Jarak antara partikel penghambur dan detektor fototransistor pada metode *nephelometer* terbatas dalam jarak yang dekat (sekitar 7 cm).
4. Alat ukur ini dapat mengukur tingkat kekeruhan zat cair dalam rentang 6 NTU hingga 164 NTU.
5. Kesalahan relatif rata-rata alat ukur tingkat kekeruhan zat cair hasil rancang bangun ini adalah 3,03% dan kesalahan relatif maksimumnya adalah sebesar 12,5%.

DAFTAR PUSTAKA

- International Standards Organization, 1999, *Water Quality – Determination of Turbidity*, ISO 7027, Geneva, Switzerland.
- Lambrou, T.P., Anastasiou, C.C., dan Panayiotou, C.G., 2008, *A Nephelometric Turbidity System for Monitoring Residential Drinking Water Quality*, Tesis, Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Cyprus, Nicosia, Cyprus.
- <http://imo-community.blogspot.com/2011/12/01/archive.html>