

# Perancangan Alat Ukur Kekeruhan Air Menggunakan *Light Dependent Resistor* Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535

Filemon J. Ginting Drs. Elia K. Allo, Msc Dringhuizen J. Mamahit. ST., M.Eng. Novi M. Tulung, ST., MT.  
Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115, Email: filemon\_ginting@yahoo.com

**Abstrak** - Manusia sangat membutuhkan air, karena air sangat penting untuk kehidupan sehari – hari. Seringkali manusia tidak memperhatikan kejernihan air untuk mengkonsumsi air dalam kehidupan sehari-hari.

Pentingnya kejernihan air untuk manusia pada saat ini, maka dirancang suatu alat yang dapat mengukur suatu kekeruhan air menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*), dimana sensor ini dapat mendeteksi cahaya dari tingkat cahaya Dioda LED (*Light Emitting Diode*) yang menembus air tersebut, maka akan terdeteksi kekeruhan air.

Dalam sistem ini yang menjadi pengendali adalah mikrokontroler ATmega 8535. Keluaran dari alat ini adalah tingkat persentase kekeruhan air yang akan ditampilkan di LCD (*Liquid Crystal Display*).

Dengan menambahkan 1 sendok sampai 10 sendok setiap masing – masing larutan dalam 4 larutan percobaan maka akan mendapatkan tingkat kekeruhan air yang berbeda- beda setiap percobaan.

**Kata Kunci:** ATmega 8535, Dioda LED, LCD, Sensor LDR.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dengan perkembangan sistem digital pada saat ini, maka alat ukur kekeruhan air ini juga dikembangkan sesuai dengan kemajuan teknologi pada saat ini. Dimana alat ukur kekeruhan air ini juga dilengkapi sebuah mikrokontroler, dimana alat ini dapat mengontrol kinerja dari rangkaian sensor LDR sehingga dapat mengirimkan instruksi ke LCD (*Liquid Crystal Display*) yang dapat menampilkan perbandingan antara kadar air yang bersih dan air yang kotor atau keruh dalam bentuk persen (%) di LCD. Alat ukur kekeruhan air ini sangat bermanfaat bagi masyarakat sekarang ini, karena dengan alat ukur tersebut dapat memudahkan bagi masyarakat untuk memilih air yang bisa dipakai untuk memasak, mandi, mencuci, atau keperluan yang lainnya.

Dengan latar belakang inilah maka akan dirancang sebuah alat ukur kekeruhan air menggunakan LDR berbasis mikrokontroler ATmega 8535 dengan tampilan LCD.

## II. DASAR TEORI

### A. Cahaya

Cahaya merupakan sejenis energi berbentuk gelombang elektromagnetik yang bisa dilihat dengan mata. Cahaya juga merupakan dasar ukuran meter, 1 meter adalah jarak yang dilalui cahaya melalui vakum pada 1/299,792,458 detik. Kecepatan cahaya adalah 299,792,458 meter per detik. Karena itulah cahaya bisa juga dipandang sebagai kumpulan banyak partikel yang tidak bermassa yang bergerak dengan kecepatan ( $3 \times 10^8$  m/s).

Berikut ini adalah rumus kecepatan cahaya :

$$v = \lambda f \quad (1)$$

Dimana:  $\lambda$  = panjang gelombang

$F$  = frekuensi

$v$  = kecepatan cahaya dalam bahan

### B. Catu Daya

Perangkat elektronika mestinya di catu oleh suplay arus searah DC (*direct current*) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Baterai atau accu adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC (*alternating current*) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC.

Catu daya yang baik selalu dilengkapi dengan regulator tegangan. Tujuan pemasangan *regulator* tegangan pada catu daya adalah untuk menstabilkan tegangan keluaran apabila terjadi perubahan tegangan masukan pada catu daya. Salah satu tipe *regulator* tegangan tetap adalah LM 7805. Regulator tegangan tipe LM 7805 adalah salah satu *regulator* tegangan tetap dengan tiga terminal, yaitu terminal *Vin*, *GND* dan *Vout*. Gambar 1 adalah susunan kaki IC *regulator* 7805.



Gambar 1. Susunan kaki IC 7805

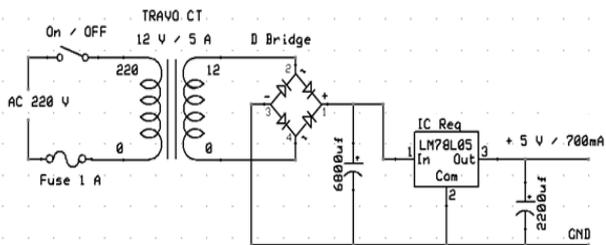
Terdapat juga fitur pembatas suhu yang akan memutuskan arus apabila *regulator* terlalu panas. Beberapa seri IC *regulator* tegangan 78xx yang dijual dipasaran adalah , 7805, 7806, 7808, 7809, 7812, 7815, 7824..Gambar 2 adalah gambar catu daya yang menggunakan *regulator* IC 7805.

C. Mikrokontroler AVR ATmega 8535

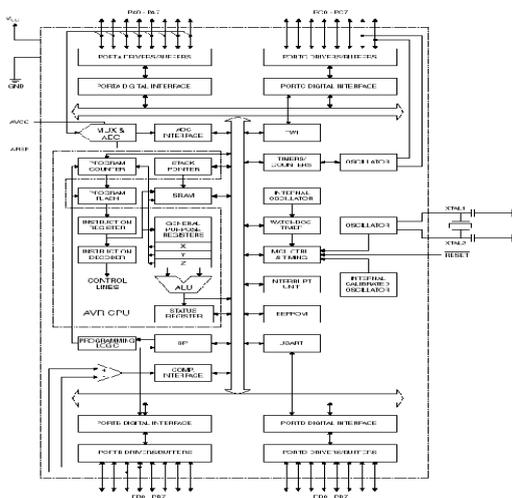
Mikrokontroler yaitu teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil, dapat digunakan untuk membuat suatu aplikasi.

Pada mikrokontroler, program kontrol disimpan dalam ROM ( *Read Only Memory* ) yang ukurannya relatif lebih besar, sementara RAM ( *Random Access Memory* ) digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara, termasuk register-register yang digunakan pada mikrokontroler yang bersangkutan. Salah satu keluarga dari mikokontroler 8 bit AVR adalah mikrokontroler ATmega8535. ATmega8535 inilah yang akan digunakan dalam proyek akhir ini.

Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan pengendali bagi perangkat lain seperti sensor. Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) standar memiliki arsitektur 8 bit, semua instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Gambar 3 adalah bentuk blok diagram dari mikrokontroler ATMEGA 8535.



Gambar 2. Regulator Dengan IC 7805



Gambar 3. Blok Diagram Mikrokontroler 8535

D. LCD ( Liquid Crystal Display )

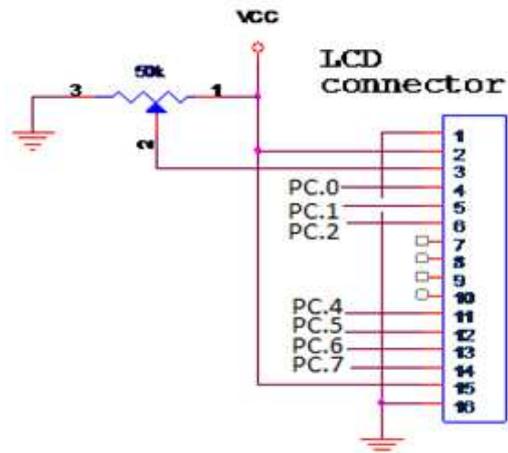
LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Dipasaran tampilan LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya termasuk ROM dll. LCD mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan.

Adapun susunan pin serta bentuk dari standard LCD 2x16 adalah seperti pada gambar 4 dibawah.

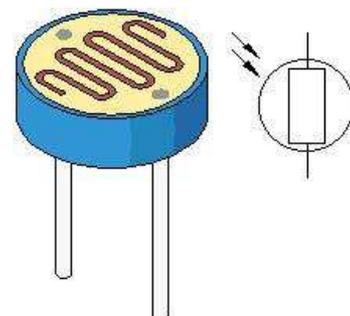
E. Sensor LDR (Light Dependent Resistors)

Sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. LDR sering disebut dengan alat atau sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya.

Resistansi LDR pada tempat yang gelap biasanya mencapai sekitar 10 MΩ, dan di tempat terang LDR mempunyai resistansi yang turun menjadi sekitar 150 Ω. Seperti halnya resistor konvensional, pemasangan LDR dalam suatu rangkaian sama persis seperti pemasangan resistor biasa. Gambar 5 adalah simbol dari sensor LDR yang dapat dilihat dibawah.



Gambar 4. Rangkaian LCD 2 x 16



Gambar 5. Simbol LDR

F. Air Bersih

Air adalah zat yang sangat penting bagi kehidupan semua makhluk yang berada di bumi. Sekitar 71 persen bumi mengandung air dan tubuh kita sendiri juga mengandung air sekitar 80 persen. Maka dari itu, air adalah barang yang sangat berharga karena air memiliki kegunaan yang sangat penting bagi kehidupan manusia.

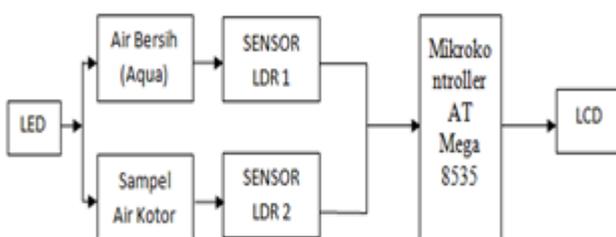
Air bersih dalam kehidupan manusia merupakan salah satu kebutuhan paling esensial, sehingga kita perlu memenuhinya dalam jumlah dan kualitas yang memadai. Selain untuk dikonsumsi air bersih juga dapat dijadikan sebagai salah satu sarana dalam meningkatkan kesejahteraan hidup melalui upaya peningkatan derajat kesehatan (Sutrisno, 1991:1). Mengingat betapa pentingnya air bersih untuk kebutuhan manusia, maka kualitas air tersebut harus memenuhi persyaratan, yaitu :

1. Syarat fisik: air harus bersih dan tidak keruh, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa, suhu antara 10° – 25° C (sejuk).
2. Syarat kimiawi: tidak mengandung bahan kimiawi yang mengandung racun, tidak mengandung zat-zat kimiawi yang berlebihan, cukup yodium, pH air normal antara 6,5 – 9,2
3. Syarat bakteriologi: tidak mengandung kuman-kuman penyakit seperti disentri, kolera dan bakteri patogen penyebab penyakit (Mulia, 2005).

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Diagram Blok Sistem

Secara garis besar diagram blok sistem perancangan alat ukur kekeruhan air berbasis mikrokontroler Atmega 8535 menggunakan LCD. Perancangan alat ukur kekeruhan air berbasis mikrokontroler Atmega 8535 menggunakan LCD di atas merupakan blok diagram terbuka yang dibagi menjadi tiga bagian sesuai dengan blok diagram sistem kendali yaitu, input berupa cahaya, dimana cahaya ini berfungsi untuk mengaktifkan input 1 dan input 2, dimana input 1 dan input 2 adalah LDR. Di bagian proses yang terdiri dari mikrokontroller, dan output berupa LCD. Hasil proses dari perbandingan tegangan input 1 dan tegangan input 2 adalah kadar kekeruhan air dalam bentuk persen yang akan ditampilkan di LCD. Gambar 6 adalah diagram blok sistem keseluruhan alat yang dapat dilihat dibawah ini.



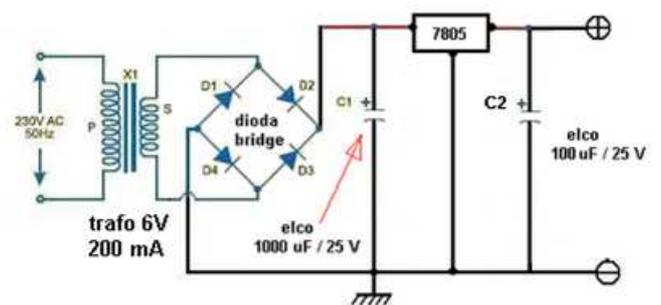
Gambar 6. Diagram Blok Sistem Keseluruhan

B. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Dari diagram blok yang telah dijelaskan di atas dapat diuraikan menjadi rangkaian-rangkaian dan konfigurasi penunjang sistem sesuai dengan blok diagram. Akan dijelaskan satu per satu rangkaian penunjang sistem pada sub bab selanjutnya.

B.1 Perancangan Rangkaian Catu Daya

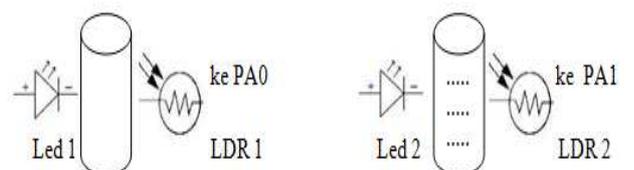
Supaya alat dapat bekerja, harus diberi tegangan sumber sebesar 5Vdc. Rangkaian catu daya menggunakan transformator 1A dan pada keluaran 6V AC dipasang sebuah dioda bridge sebagai penyearah gelombang penuh dan mengubah tegangan AC menjadi DC. Untuk memperoleh tegangan yang stabil maka dipasang IC 7805 sebagai penyetabil tegangan 5Vdc, IC ini memiliki ketahanan arus normal maksimal sebesar 1 ampere. Pada keluaran IC dipasang kapasitor sebesar 100µF/25v sebagai filter tegangan. Sumber tegangan 5 volt digunakan untuk menyuplay tegangan pada rangkaian Mikrokontroler, LED dan LCD. Gambar 7 adalah skema Power Suplly 5 volt DC yang dapat dilihat dibawah.



Gambar 7. Skema Power Suplly 5 volt DC

B.2 Perancangan Tabung Sampel

Pada perancangan tabung sampel 1 dan tabung 2 digunakan 2 buah gelas yang terbuat dari bahan kaca. Untuk bagian tempat LED dan LDR dibuat sebuah batangan aluminium sebagai penyangganya agar LED dan LDR bisa berdiri di bagian tengah tabung gelas. Gambar 8 adalah bentuk tabung air bersih dan air kotor yang dapat dilihat dibawah.



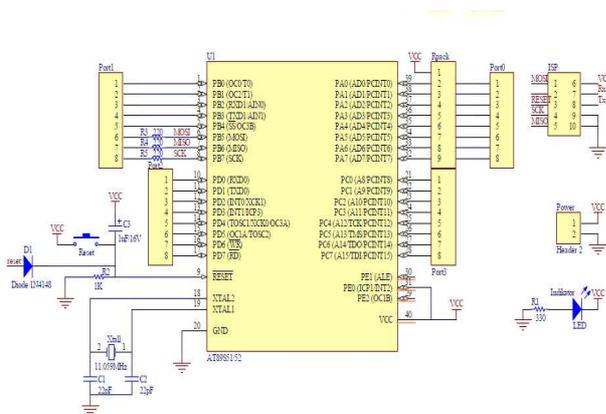
Gambar 8. Tabung Air Bersih dan Air Kotor

**B.3 Perancangan mikrokontroler At Mega 8535**

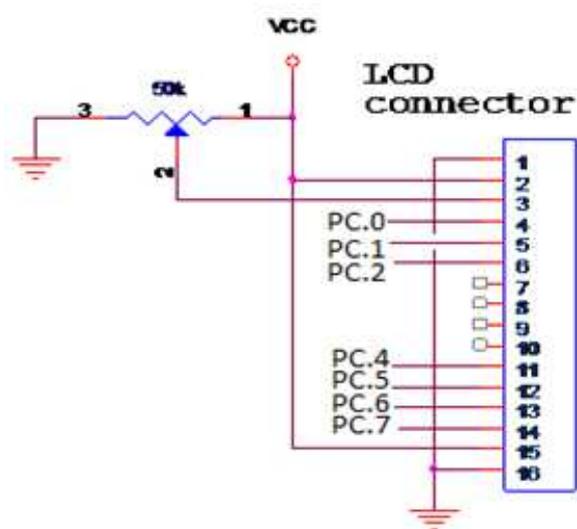
Pada rangkaian Mikrokontroler ATmega 8535 mendapat catu daya 5 volt demikian juga dengan LCD 2x16. Pada PortA adalah sebagai *input*, dimana pin 38 dan 39 saja, yang dipakai untuk mengontrol tegangan *analog* positif masuk ke mikrokontroler dari sensor LDR 1 dan LDR 2, Untuk *port C* adalah sebagai *output* untuk LCD. Gambar 9 adalah rangkaian Mikrokontroler ATmega 8535 yang dapat dilihat pada gambar dibawah.

**B.4 Perancangan LCD (Liquid Crystal Display)**

Untuk rangkaian LCD 2 X 16 pada gambar 10 di bawah akan dihubungkan ke Port C pada mikrokontroler, dimana LCD ini adalah sebagai *output* untuk menampilkan berapa persen kekeruhan air yang ada pada tabung 2.



Gambar 9. Rangkaian Mikrokontroler ATmega 8535



Gambar 10. Rangkaian LCD ( Liquid crystal display )

**C. Perancangan Perangkat Lunak**

Dalam perancangan perangkat lunak mempergunakan bahasa C melalui *microcontroller* sebagai sistem *programmable*. CPU, Memori, dan I/O yang dirangkai dalam satu *chip* merupakan parameter pendukung dalam perancangan perangkat lunak untuk menjalankan sistem. *Software* yang digunakan adalah *Code Vision AVR* untuk pembuatan program. Pembuatan program ini meliputi pembuatan program pada *mikrocontroller* dengan *Code Vision AVR*, dan pembuatan *coding* program dengan menggunakan bahasa C.

**IV. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

**A. Pengujian Tegangan Catu Daya**

Pengujian rangkaian catu daya bertujuan untuk mengukur tegangan keluaran dan arus keluaran pada catu daya. Catu daya yang dirangkai ini untuk menyuplai tegangan ke rangkaian *regulator*, Mikrokontroler, LCD dan LED. Gambar 11 adalah Pengukuran tegangan *input* maupun *output* dari regulator LM7805 yang dapat dilihat pada gambar dibawah.

Dengan menggunakan sebuah multimeter maka dapat diukur tegangan dari *output regulator* tersebut. Pengukuran dilakukan beberapa kali dengan mengubah tegangan *input regulator* dan kemudian diukur kestabilan tegangan *output*. Tabel I adalah pengujian IC 7805 dengan *input* yang berbeda.



Gambar 11. Pengujian Tegangan Output IC Regukator 7805

Tabel I. Pengujian IC 7805 Dengan Input Berbeda

Vin ( Volt)	Vout (Volt)
6	4,95
7,5	4,95
9	4,95
12	4,95

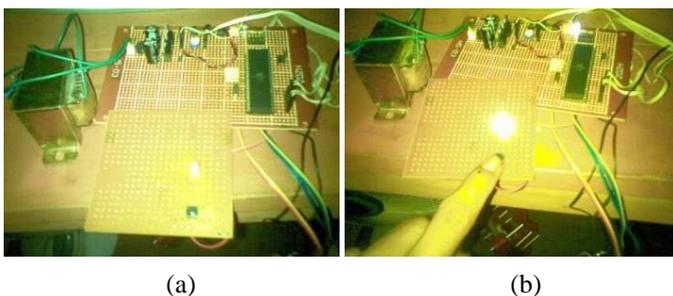
**B. Pengujian Mikrokontroler AT Mega 8535**

Pengujian pada mikrokontroler ini akan diuji dengan sebuah *push button* dengan sebuah lampu LED. Dimana pada bagian *input* adalah *push button* yang dihubungkan ke *Port A0* dan *output* adalah sebuah LED yang dihubungkan ke *Port B0*. Ketika *push button* ditekan maka lampu LED akan menyala, ketika dilepas maka lampu akan mati.

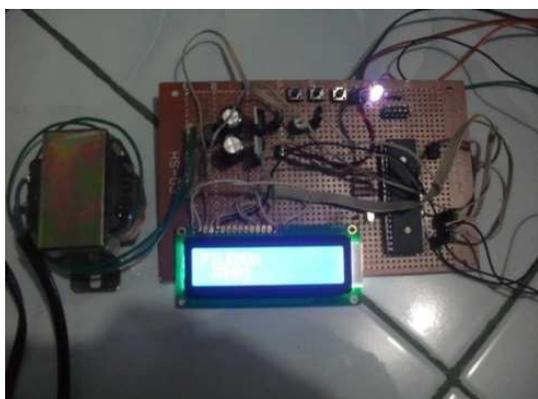
Ketika rangkaian I/O telah bekerja, maka mikrokontroler sudah bisa digunakan dan diprogram sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian minimum sistem mikrokontroler AT mega 8535 dapat dilihat pada gambar 12 dibawah.

**C. Pengujian LCD 2 x 16**

Untuk menjalankan sebuah LCD supaya bisa bekerja dengan baik, maka pin LCD dihubungkan dengan *PORT C* pada mikrokontroler. Dimana pada pengujian tampilan LCD, dibuat sebuah tampilan yang bertuliskan “ FILEMON JANRI “. Pengujian LCD dengan tampilan “ FILEMON JANRI” dapat dilihat pada gambar 13 di bawah ini.



Gambar 12. Pengujian Mikrokontroler At Mega 8535, gambar (a) Sebelum menekan *Push Button*. (b) Setelah menekan *Push Button*



Gambar 13. Pengujian LCD 2 x 16

**D. Pengujian Sensor LDR (Light Dependent Resistor)**

Pada pengujian Sensor LDR ( *Light Dependent Resistor* ) ini sangat penting sekali, karena untuk menyelesaikan alat ukur kekeruhan air yang akan dirancang butuh ketelitian yang sangat akurat. Dan yang perlu diperhatikan adalah perubahan hambatan yang keluar dari LDR ketika mengenai cahaya dan ketika tidak mengenai cahaya. Dari perubahan hambatan tersebut akan diperhitungkan dan dibandingkan tegangan LDR yang mengenai cahaya terhadap tegangan LDR yang tidak mengenai cahaya. Pengujian LDR dapat kita lihat pada gambar 14 dibawah.

**E. Pengujian Sampel Air Bersih**

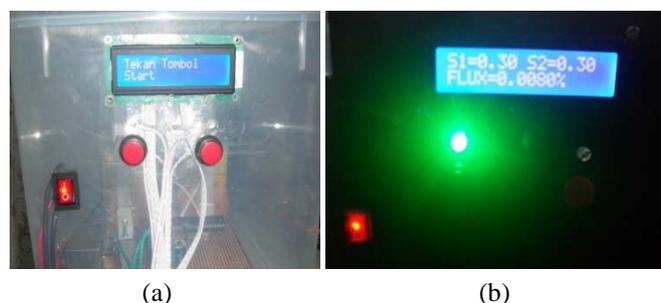
Pengujian air bersih terhadap air bersih pada percobaan pertama dapat dilihat pada gambar 15 dibawah.

**F. Pengujian Terhadap Larutan Deterjen**

Sebelum memulai pengujian air bersih terhadap larutan deterjen pada percobaan kedua, maka ditambahkan larutan deterjen ke tabung 2 sebagai tempat sampel yang dimana pada percobaan 1 tadi diisi dengan air bersih, dengan menambahkan konsentrasi larutan dari 1 – 10 sendok berturut - turut, kemudian aduk sampai rata. Setelah itu dengan menekan tombol *start*, maka otomatis rangkaian akan bekerja untuk mendeteksi kadar kekeruhan air dan hasil kekeruhan air ditampilkan pada LCD. Tabel II adalah hasil pengujian larutan deterjen dan gambar 16 adalah tampilan kekeruhan air pada konsentrasi ke-10.



Gambar 14. Pengujian Sensor LDR, gambar (a) Mengenai cahaya. (b) Tidak mengenai Cahaya



Gambar 15. Pengujian Air Bersih, gambar (a) Sebelum *Start*, (b) Sesudah *Start*

**G. Pengujian Terhadap Larutan Tanah**

Sebelum memulai pengujian air bersih terhadap larutan tanah pada percobaan ketiga, maka ditambahkan larutan tanah ke tabung 2 sebagai tempat sampel yang dimana pada percobaan 1 tadi diisi dengan air bersih, dengan menambahkan konsentrasi larutan dari 1 – 10 sendok berturut-turut, kemudian aduk sampai rata. Setelah itu dengan menekan tombol *start*, maka otomatis rangkaian akan bekerja untuk mendeteksi kadar kekeruhan air dan hasil kekeruhan air ditampilkan pada LCD. Tabel III adalah hasil pengujian larutan tanah dan gambar 17 adalah tampilan kekeruhan air pada konsentrasi ke-10.

**H. Pengujian Terhadap Larutan Gula**

Sebelum memulai pengujian air bersih terhadap larutan gula pada percobaan keempat, maka ditambahkan larutan gula ke tabung 2 sebagai tempat sampel yang dimana pada percobaan 1 tadi diisi dengan air bersih, dengan menambahkan konsentrasi larutan dari 1 – 10 sendok berturut-turut, kemudian aduk sampai rata. Setelah itu dengan menekan tombol *start*, maka otomatis rangkaian akan bekerja untuk mendeteksi kadar kekeruhan air dan hasil kekeruhan air ditampilkan pada LCD. Tabel IV adalah hasil pengujian larutan gula dan gambar 18 adalah tampilan kekeruhan air pada konsentrasi ke-10.

Tabel II. Hasil Pengujian Larutan Deterjen

LARUTAN DETERJEN		
S1 (VOLT)	S2 (VOLT)	KEKERUHAN (%)
0.3	1.29	76.89
0.3	1.79	83.11
0.3	2.09	85.48
0.3	2.26	86.55
0.3	2.39	87.50
0.3	2.46	87.72
0.3	2.71	89.05
0.3	2.83	89.29
0.3	4.49	93.14
0.3	4.49	93.14

S1 = Tegangan keluaran untuk sensor 1 ( Acuan)  
 S2 = Tegangan keluaran untuk sensor 2 (Sampel)



Gambar 16. Tampilan Larutan Deterjen Sesudah Start

Tabel III. Hasil Pengujian Larutan Tanah

LARUTAN TANAH		
S1 (VOLT)	S2 (VOLT)	KEKERUHAN (%)
0.3	1.97	84.65
0.3	2.69	88.73
0.3	3.19	90.49
0.3	4.49	93.14
0.3	4.49	93.14
0.3	4.49	93.14
0.3	4.49	93.14
0.3	4.49	93.14
0.3	4.49	93.14
0.3	4.49	93.14

S1 = Tegangan keluaran untuk sensor 1 ( Acuan)  
 S2 = Tegangan keluaran untuk sensor 2 (Sampel)



Gambar 17. Tampilan Larutan Tanah Sesudah Start

Tabel IV. Hasil Pengujian Larutan Gula

LARUTAN AIR GULA		
S1 (VOLT)	S2 (VOLT)	KEKERUHAN (%)
0.3	0.31	1.59
0.3	0.33	7.46
0.3	0.36	16.22
0.3	0.43	29.55
0.3	0.46	34.02
0.3	0.53	43.12
0.3	0.57	46.55
0.3	0.65	53.03
0.3	0.91	66.67
0.3	1.06	71.89

S1 = Tegangan keluaran untuk sensor 1 ( Acuan)  
 S2 = Tegangan keluaran untuk sensor 2 (Sampel)



Gambar 18. Tampilan Larutan Gula Sesudah Start

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

- Dalam pengujian alat didapat bahwa respon alat terhadap perubahan kekeruhan sampel sangat sensitif.
- Dalam pengujian alat ukur dari keseluruhan sampel, maka dapat dibuktikan juga cara kerja dari sebuah sensor LDR, dimana ketika sensor LDR mengenai cahaya besar resistansinya adalah 375 ohm. Dan sebaliknya, jika sensor LDR tidak mengenai cahaya, maka hambatannya akan semakin besar sebesar 70.000 ohm.
- Hasil pengukuran yang paling gelap adalah pada sampel menggunakan larutan tanah dengan nilai kekeruhan 93,14 %.
- Hasil pengukuran untuk nilai sensor 1 yang digunakan sebagai pembanding terhadap sampel adalah stabil dengan pengukuran di LCD 0,30 V dan yang berubah - ubah adalah pada S2 sebagai sampel.

### B. SARAN

- Sebelum dilakukan pengukuran sebaiknya alat-alat ukur dikalibrasi terlebih dahulu, sehingga hasil pengukuran sesuai yang diharapkan.
- Hasil Pengukuran kekeruhan air dapat di kembangkan menjadi lebih dari 4 sampel.
- Sebaiknya tabung ukur berbentuk kotak terbuat dari kaca yang tipis, agar cahaya lebih fokus dan meminimalisir pembiasaan cahaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Budiharto, "*Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*", Elex Media Komputindo, Jakarta, 2004
- [2] D. Chapman, "*Teach Your Selft C++ 6 in 21 Days*.Secon Edition", Sams Publishing. Indoana-USA, 1998
- [3] Frieyadie, "*Panduan Pemrograman C++*", Yogyakarta.2006
- [4] H. Soerbakti, "*Basic AVR Microcontroller Tutorial ATMEGA 8535*", Politeknik Batam, Batam, 2007
- [5] I.M. Joni & R. Budi, "*Pemograman C dan Implementasinya*", Informatika, Bandung, 2008
- [6] I. Setiawan, "*Tutorial Microcontroller AVR Part I*",UNDIP. 2006
- [7] B. Kuo, alih bahasa M, Zulfan, "*Automatic Control System*", Prenhallindo, Jakarta, 1998
- [8] Malvino, "*Prinsip-Prinsip Elektronik Edisi ke 2*", Erlangga, Jakarta, 1992
- [9] R. Uldin, "*Pemanfaatan Rangkaian Pengukur Intensitas Cahaya Untuk Rancang Bangun Alat Pengukur Tingkat Kekeruhan Air*", Semarang, 2011
- [10] A. Winoto, "*Mikrokontroler AVR ATMEga 8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*", Bandung, 2008