

TUGAS AKHIR

**IMPLEMENTASI SINYAL ARUS LEMAH SEBAGAI MEDIA
PENDETEKSI KELAYAKAN AIR MINUM BERDASARKAN
SENSOR PH DAN ARDUINO UNO**

*Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Sebagai Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Oleh:

MUHAMMAD ARIEF PRASETIYA

NPM : 1307220044



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

ABSTRAK

Penyakit-penyakit yang menyerang manusia dapat ditularkan dan disebarkan melalui air minum. Departemen Kesehatan merekomendasikan untuk pH air yang dikonsumsi adalah berkisar antara 6,5 – 8,5. Salah satu cara untuk mengetahui air tersebut baik atau tidaknya adalah dengan cara mengukur derajat keasamannya. Oleh karena itu diperlukan suatu rancangan alat pendeteksi kelayakan air minum berdasarkan derajat keasaman menggunakan sensor pH. Data yang terbaca oleh sensor dikonversi menjadi data digital yang kemudian dikirim dan dicacah oleh arduino uno untuk ditampilkan pada layar LCD. Pada pengujian yang telah dilakukan, didapat nilai pH yang terkandung dari beberapa sampel minuman yaitu air minum bersoda 3,14 dan air minum isi ulang 6,58 serta air minum ion 7,12. Dari pengujian ini maka disimpulkan bahwa beberapa sampel minuman tidak layak dikonsumsi berdasarkan nilai pH yang terkandung sesuai rekomendasi Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia.

Kata Kunci: *Derajat Keasaman, Arduino Uno, Sensor pH, LCD*

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum wr.wb

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan sebatas ilmu dan kemampuan yang penulis miliki, sebagai tahap akhir dalam menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dengan perjuangan yang berat dan perilaku akhirnya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“IMPLEMENTASI SINYAL ARUS LEMAH SEBAGAI MEDIA PENDETEKSI KELAYAKAN AIR MINUM BERDASARKAN SENSOR PH DAN ARDUINO UNO”**.

Dalam penyusunan Skripsi penulis telah banyak menerima bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulisan dengan setulus hati mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Teristimewa buat Ayahanda Paimin S dan Ibunda Wasiyem yang telah banyak memberikan pengorbanan demi cita-cita bagi kehidupan penulis, serta Abangda dan Kakanda yang telah banyak memberikan doa, nasehat, materi dan dorongan moril sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi.
2. Bapak Rahmatullah, S.T, M.Sc, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3. Bapak Faisal Irsan, S.T, M.T, sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Partaonan Hrp, S.T, M.T, sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ir. Suwarno, M.T sebagai Dosen Pembimbing I.
6. Bapak Solly Aryza, S.T, M.Eng sebagai Dosen Pembimbing II.
7. Seluruh staf pengajar dan pegawai Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Abangda dan Kakanda Alumni Khususnya Alumni Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UMSU.
9. Seluruh rekan-rekan rumah Sidorukun yang banyak memberi masukan.
10. Seluruh mahasiswa Teknik Elektro terkhusus stambuk 2013 yang tulus membantu dalam Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Skripsi ini dimasa yang akan datang.

Akhirnya kepada Allah SWT penulis berserah diri semoga kita selalu dalam lindungan serta limpahan rahmat-Nya dengan kerendahan hati penulis berharap mudah-mudahan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis khususnya.

Medan,.....Oktober 2017
Penulis,

Muhammad Arief Prasetya
1307220044

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
a. Tujuan	3
b. Manfaat	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Air Minum	6
2.2 Derajat Keasaman (pH)	7
2.2.1 Dasar pengukuran Derajat Keasaman	8
2.2.2 Sensor	9

2.2.3 Spesifikasi Sensor pH	10
2.2.4 Sensor LM35	11
2.2.4.1 Struktur Sensor LM35	11
2.2.4.2 Karakteristik Sensor LM35	13
2.3 Arduino Uno	15
2.3.1 Catu Daya	18
2.3.2 Memory	19
2.3.3 Input & Output	19
2.3.4 Komunikasi	20
2.3.5 Programming	20
2.3.6 Perangkat Lunak (Arduino IDE)	21
2.3.7 Otomatis Software Reset	22
2.4 Resistor	22
2.4.1 Resistor Statis	22
2.5 Kapasitor	25
2.5.1 Kapasitor Keramik	26
2.5.2 Kapasitor Elektrolit	26
2.6 LED (Light Emiting Diode)	27
2.7 LCD (Liquid Crystal Display)	28
2.8 OP-Amp (Operational Amplifier)	31
2.9 IC ICL7660	33
2.9.1 Fitur ICL7660	33
2.9.2 Aplikasi	34

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jalannya Penelitian	36
3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian	36
3.3 Data Perancangan	38
3.3.1 Daftar Input dan Output yang Digunakan	38
3.3.2 Perancangan Program Arduino	38
3.4 Tahapan Perancangan Alat	43
3.4.1 Perancangan Blok Diagram Sistem	44
3.4.2 Diagram Alir Perancangan Sistem	45
3.5 Rangkaian Keseluruhan	46

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Prosedur Uji Coba Rangkaian	48
4.2 Hasil Uji Coba Rangkaian	49
4.2.1 Pengujian LCD 2x16	49
4.2.2 Pemberian Program Pada LCD 2x16	50
4.2.3 Pengujian LED dan Buzzer	52
4.2.4 Pengujian Sensor LM35	53
4.3 Analisa Software Arduino Uno	54

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor pH DZ-PHProbe -----	10
Gambar 2.2 Sensor LM35 dan Konfigurasi Pin LM35 -----	11
Gambar 2.3 Skematik Rangkaian Dasar Sensor Suhu -----	12
Gambar 2.4 Board Arduino Uno -----	16
Gambar 2.5 Kabel USB Board Arduino Uno-----	16
Gambar 2.6 Blok Diagram Arduino Uno -----	17
Gambar 2.7 Tampilan Framework Arduino Uno-----	21
Gambar 2.8 Resistor Tetap -----	23
Gambar 2.9 Resistor Empat Gelang Warna-----	24
Gambar 2.10 Prinsip Dasar Kapasitor -----	25
Gambar 2.11 Kapasitor Keramik-----	26
Gambar 2.12 Elektrolit Capasitor (Elco)-----	27
Gambar 2.13 Led (Light Emiting Diode) -----	28
Gambar 2.14 Liquid Crystal Display 2x16-----	29
Gambar 2.15 (a) Diagram Skematik Op-Amp (b) Blok Diagram -----	32
Gambar 2.16 Pin ICL7660-----	33
Gambar 2.17 Rangkaian ICL7660 -----	34
Gambar 2.18 Konverter Tegangan Negatif -----	34
Gambar 3.1 Software Arduino 1.6.6-----	37
Gambar 3.2 Menu File Baru -----	38
Gambar 3.3 Pemilihan Board Arduino -----	39
Gambar 3.4 Membuat File Projek Baru -----	40

Gambar 3.5 Proses Verify Program-----	40
Gambar 3.6 Proses Upload Program ke Arduino-----	41
Gambar 3.7 Blok Diagram Sistem -----	42
Gambar 3.8 Flowchart Sistem Perangkat -----	43
Gambar 3.9 Skematik Rangkaian Secara Keseluruhan -----	45
Gambar 4.1 Pengujian LCD 2x16-----	48
Gambar 4.2 Program Tes LCD 2x16 -----	49
Gambar 4.3 Hasil Program Tes LCD-----	49
Gambar 4.4 Pengujian Led -----	50
Gambar 4.5 Pengujian Buzzer-----	51
Gambar 4.6 Hasil Uji Coba Rangkaian Keseluruhan -----	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pin-Pin LCD -----	29
Tabel 4.1 Hasil Uji Coba Sensor Suhu LM35 -----	51
Table 4.2 Pengukuran pH -----	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penyakit-penyakit yang menyerang manusia dapat ditularkan dan disebarkan melalui air minum. Penyakit-penyakit tersebut merupakan akibat tidak memenuhi syarat kualitas air minum yang telah diatur oleh Menteri Kesehatan RI. Departemen Kesehatan merekomendasikan untuk pH air yang dikonsumsi adalah berkisar antara 6,5 – 8,5. Jika kita minum air dengan pH dibawah 6,5 itu adalah air yang sifatnya asam, dan hal itu adalah sangat tidak baik bagi tubuh. Sehingga bila lama kelamaan air minum di konsumsi terus menerus akan mengakibatkan berbagai penyakit yang datang ke tubuh manusia. (Wikipedia, 2017)

Air minum harus memenuhi persyaratan kesehatan sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Untuk menjamin agar air minum aman dan sehat untuk dikonsumsi maka diperlukan upaya penyelenggaraan mendeteksi kelayakan air minum. Sistem pendeteksian kelayakan air minum ini meliputi pengukuran pH air.

Perkembangan teknologi dan komponen yang sudah modern memungkinkan untuk membuat peralatan atau instrument yang praktis, handal, efektif, dan efisien yang bekerja secara digital. Peralatan elektronik yang bekerja secara otomatis membutuhkan komponen-komponen yang dapat menghitung, mengingat dan menyimpan. Komputer merupakan contoh dari elektronik yang dapat melakukan tersebut, namun penggunaan komputer tidak selalu efektif dalam penggunaan dalam hal tersebut. Arduino merupakan salah satu komponen yang

dapat digunakan untuk membuat elektronik yang bekerja secara otomatis karena arduino adalah sebuah chip atau IC yang terdapat didalamnya prosesor dan flash yang dapat dibaca atau ditulis sampai beberapa kali, sehingga pengembangannya lebih mudah karena dapat dihapus dan dapat diisi kembali.

Pengukuran pH air minum digunakan sensor pH, prinsip kerja utama pada sensor pH adalah terletak pada sensor probe berupa elektroda yang bekerja untuk pH dan elektroda referensi. Perbedaan potensial antara 2 elektroda sebagai fungsi pH larutan yang diukur. Pada elektroda pH, potensial yang dihasilkan (biasanya dalam mV) adalah berbanding lurus dengan konsentrasi ion hydrogen (H^+) dalam larutan. Sedangkan, elektroda referensi berguna untuk mempertahankan potensial secara konstan terlepas dari adanya perubahan pH atau aktivitas ionik lainnya dalam larutan.

Sinyal keluaran pada pH air minum ini, diproses dan akan ditampilkan pada LCD.

Berdasarkan uraian diatas, penulis bermaksud untuk merancang bangun alat pendeteksi kelayakan air minum berdasarkan pH air minum. Maka penelitian yang akan diteliti adalah *“Implementasi Sinyal Arus Lemah sebagai Media Pendeteksi Kelayakan Air Minum Berdasarkan Sensor pH dan Arduino”*.

1.2 Batasan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang, maka penelitian ini dibatasi pada:

1. Rancangan alat pendeteksi kelayakan air minum menggunakan sensor pH dengan Arduino.
2. Tampilan informasi sinyal yang dihasilkan pada LCD.

1.3 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka masalah dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat kelayakan air minum sederhana menggunakan sensor pH sebagai indikator?
2. Bagaimana mengimplementasikan suatu program agar dapat mengendalikan sistem minimum arduino supaya alat bekerja secara otomatis?

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dan manfaat pembuatan alat ini untuk:

a. Tujuan

1. Merancang alat untuk mendeteksi pH air minum sederhana dengan menggunakan sensor pH sebagai indikator.
2. Menganalisa software dan hardware yang dirangkaian untuk mendeteksi kelayakan air minum berdasarkan sensor pH dengan Arduino Uno.

b. Manfaat

1. Dapat menghasilkan alat pendeteksi kualitas air minum berbasis mikrokontroler siap pakai.
2. Dapat membantu masyarakat mengetahui kualitas atau kelayakan air minum untuk dikonsumsi.
3. Dapat memberikan informasi bagi para peneliti untuk melaksanakan penelitian lanjutan.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian terdiri atas:

1. Studi Literatur

Studi Literatur ini dilakukan untuk menambah pengetahuan penulis dan untuk mencari referensi bahan dengan membaca literature maupun bahan-bahan teori baik berupa buku, data dari internet.

2. Study Prototype

Merancang Pendeteksi Kelayakan Air Minum Berdasarkan pH Air Berbasis Arduino.

3. Pengujian dan Analisis

Pengujian merupakan untuk memperoleh data dari beberapa bagian perangkat keras dan perangkat lunak sehingga dapat diketahui apakah sudah dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Selain itu pengujian juga digunakan untuk mendapatkan hasil dari kemampuan kerja dari sistem.

1.6 Sistematik Penulisan

Skripsi ini tersusun atas beberapa bab pembahasan. Sistematikan penulisan tersebut adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan secara singkat latar belakang, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematik penelitian.

BAB II : LANDASAN TEORI

Dalam bab ini dijelaskan tentang teori-teori pendukung yang digunakan untuk pembahasan dan kelayakan air minum.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan menerangkan tentang diagram alir/*flowchart*, blok diagram, serta jadwal kegiatan dan hal-hal lain yang berhubungan dengan proses perancangan.

BAB IV : ANALISIS DAN PENGUJIAN

Pada bab ini berisi hasil pemrograman dan pengujian perangkat keras (*hardware*).

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulisan skripsi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Minum

Air yang bisa dikonsumsi sebagai air minum harus memenuhi standar air yang layak. Menurut Tri Joko (2010), secara umum ada beberapa persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih, antara lain: persyaratan kualitatif, mudah diperoleh oleh konsumen dan harga air relative lebih murah.

Persyaratan kualitatif menggambarkan mutu/kualitas dari air bersih. Parameter-parameter yang digunakan sebagai standar kualitas air antara lain parameter fisik, parameter kimia dan parameter biologi.

Secara fisik air bersih harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Jernih berarti air bebas atau sedikit sekali tercampur lumpur. Tidak berwarna artinya tidak mengandung bahan organik dan bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan. Tidak berbau artinya tidak terjadi pelapukan di dalam air oleh mikroorganisme, karena bau yang kadang tercium dalam air merupakan cirri terjadinya proses pelapukan bahan-bahan organik oleh mikroorganisme dalam air.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010, yang dimaksud dengan air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Secara umum persyaratan kualitas air

minum terbagi menjadi beberapa parameter, yaitu parameter mikrobiologi, parameter fisik, parameter kimiawi dan parameter radioaktivitas.

Parameter mikrobiologi merupakan parameter yang membatasi jumlah maksimum *E.coli* dan total bakteri koliform per 100ml sampel. Parameter fisik adalah parameter yang berkaitan dengan kondisi fisik air seperti bau, warna, total zat padat terlarut (TDS), kekeruhan, rasa dan suhu. Parameter kimiawi adalah parameter yang bersangkutan dengan kandungan unsur atau zat kimia yang berbahaya bagi manusia, yang terdiri dari kimia organik dan anorganik, diantaranya adalah besi dan pH. Kandungan kimia dalam air harus ditekan seminimal mungkin karena beberapa diantaranya sangat berhubungan langsung dengan kesehatan. Parameter radioaktivitas membatasi kadar maksimum aktivitas sinar alfa dan beta yang diperbolehkan dalam air minum.

2.2 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH adalah singkatan dari *power of Hydrogen*. Secara umum pH normal memiliki nilai sementara bila nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa, sedangkan nilai $\text{pH} < 7$ menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi (Tri Joko, 2010)

Nilai pH normal untuk air tanah biasanya antara 6 sampai dengan 8,5. Nilai ambang batas pH untuk air minum sesuai dengan Permenkes No 492/Menkes/Per/IV/2010 yaitu 6,5 – 8,5. Air dengan pH rendah ($< 6,5$) berupa asam, mengandung padatan rendah, dan korosif. Air dengan kondisi seperti ini

dapat menyebabkan kerusakan pada pipa transmisi, selain itu juga menimbulkan rasa yang asam, noda pada baju, noda pada kloset, dan lain sebagainya, serta menimbulkan dampak buruk pada kesehatan. Sedangkan untuk air dengan pH tinggi ($>8,5$) berupa basa. Air tersebut tidak terlalu berdampak buruk pada kesehatan, akan tetapi dapat menimbulkan masalah berupa rasa basa pada air.

2.2.1 Dasar pengukuran Derajat Keasaman

Asam dan basa adalah besaran yang sering digunakan untuk pengolahan sesuatu zat, baik di industri maupun kehidupan sehari-hari, pada industri kimia, keasaman merupakan variabel yang menentukan mulai dari pengolahan bahan baku, menentukan kualitas produksi yang diharapkan sampai pengendalian limbah industri agar dapat mencegah pencemaran pada lingkungan. Pada bidang pertanian, keasaman pada waktu mengelola tanah pertanian perlu diketahui. Untuk mengetahui dasar pengukuran derajat keasaman akan diuraikan dahulu pengertian derajat keasaman itu sendiri.

Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (membran gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan *ion hydrogen* yang ukurannya *relative* kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektro kimia dari *ion hydrogen*. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan elektroda pembanding. Sebagai catatan alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan.

2.2.2 Sensor

Menurut D. Sharon (1982), mengatakan sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energy fisika, energi kimia, energi biologi, energy mekanik dan sebagainya. Sebagai contoh adalah kamera sebagai sensor penglihatan, telinga sebagai sensor pendengaran, kulit sebagai sensor peraba, LDR (light dependent resistance) sebagai sensor cahaya, dan lainnya.

Menurut William D.C (1993), sensor adalah sebuah alat yang bila digerakan oleh suatu energi di dalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energy tersebut dalam bentuk yang sama atau dalam bentuk yang berlainan ke sistem transmisi berikutnya. Transmisi energi ini bisa berupa listrik, mekanik, kimia, optik (radiasi) atau *thermal* (panas). Misalnya generator merupakan transduser yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik, motor adalah transduser yang merubah energi listrik menjadi energi mekanik, dan sebagainya. Adapun alat ukur adalah sesuatu alat yang berfungsi memberikan batasan nilai atau harga tertentu dari gejala-gejala atau sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi, seperti voltmeter dan ampermeter untuk sinyal listrik, tachometer dan speedometer untuk kecepatan gerak mekanik, lux-meter untuk intensitas cahaya, dan sebagainya. Dalam memilih peralatan sensor dan transduser yang tepat dan sesuai dengan sistem yang akan disensor maka perlu diperhatikan persyaratan umum sensor yaitu linearitas, kepekaan, dan tanggapan waktu.

2.2.3 Spesifikasi Sensor pH

Pada perencanaan sensor derajat keasaman (pH), sensor pH yang akan digunakan adalah jenis *Electroda* (E201-C-9) dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. *Module Power* : 5V
- b. *Module Size* : 43mmx32mm
- c. *Measuring Range* : 0-14.0 pH
- d. *Measuring Temperature* : 0-80° C
- e. *Accuracy* : ± 0.1 pH (25 C)
- f. *Response Time* : ≤ 1 min
- g. *pH Sensor with Connector*
- h. *pH 2.0 Interface (3 foot patch)*
- i. *Gain Adjustment Potentiometer*
- j. *Power Indicator LED*

Pada gambar 2.1 merupakan sensor pH DZ-PHprobe. Sensor pH ini akan digunakan untuk pengukuran derajat keasaman cairan yang diuji untuk menentukan apakah cairan dalam kondisi normal, basa, atau asam.



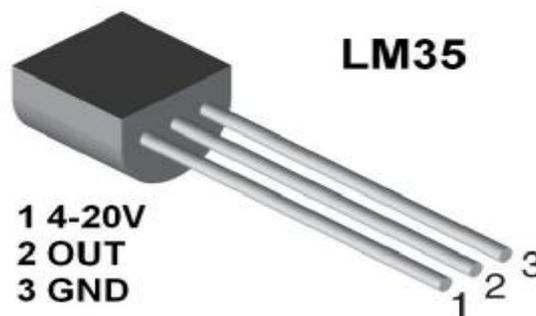
Gambar 2.1 Sensor pH DZ-PHprobe

2.2.4 Sensor LM35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika yang diproduksi oleh *NationalSemiconductor*. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan kesensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya tunggal dengan ketentuan bahwa LM35 hanya membutuhkan arus sebesar 60 μA hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (*self-heating*) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari 0,5 $^{\circ}\text{C}$ pada suhu 25 $^{\circ}\text{C}$.

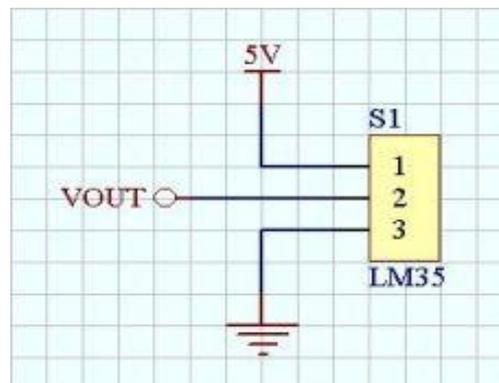
2.2.4.1 Struktur Sensor LM35



Gambar 2.2 Sensor LM35 dan Konfigurasi Pin LM35

Gambar diatas menunjukkan bentuk dari LM35. 3 pin LM35 menunjukan fungsi masing-masing pin diantaranya, pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran atau V_{out} dengan jangkauan kerja dari 0 Volt sampai dengan 1,5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antar 4 Volt sampai 30 Volt. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat *celcius* sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$V_{LM35} = \text{Suhu} * 10 \text{ mV}$$



Gambar 2.3 Skematik Rangkaian Dasar Sensor Suhu

Gambar diatas kanan adalah gambar skematik rangkaian dasar sensor suhu LM35-DZ. Rangkaian ini sangat sederhana dan praktis. V_{out} adalah tegangan keluaran sensor yang terskala linear terhadap suhu terukur, yakni 10 milivolt per 1 °C. Jadi jika $V_{out} = 530\text{mV}$, maka suhu terukur adalah 53°C. Dan jika $V_{out} = 320\text{mV}$, maka suhu terukur adalah 32 °C. Tegangan keluaran ini bisa langsung diumpankan sebagai masukan ke rangkaian pengkondisi sinyal seperti rangkaian penguat operasional dan rangkaian *filter*, atau rangkaian lain seperti rangkaian pembanding tegangan dan rangkaian *Analog-to-Digital Converter*.

2.2.4.2 Karakteristik Sensor LM35

Adapun karakteristik sensor LM35 yaitu :

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam *celcius*.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu $0,5^\circ\text{C}$ pada suhu 25°C .
3. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55°C sampai $+150^\circ\text{C}$.
4. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
5. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari $60 \mu\text{A}$.
6. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari $0,1^\circ\text{C}$ pada udara diam.
7. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu $0,1 \text{ W}$ untuk beban 1 mA .
8. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar $\pm 1/4^\circ\text{C}$.

Sensor LM35 bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari LM35 mempunyai perbandingan 100°C setara dengan 1 volt. Sensor ini mempunyai pemanasan diri (*self heating*) kurang dari $0,1^\circ\text{C}$, dapat dioperasikan dengan menggunakan *power supply* tunggal dan dapat dihubungkan antar muka (*interface*) rangkaian control yang sangat mudah.

IC LM 35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk *Integrated Circuit (IC)*, dimana output tegangan keluaran sangat linear terhadap perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai penguah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ yang berarti bahwa kenaikan suhu 1°C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV .

IC LM 35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celcius pada temperature ruang. Jangka sensor mulai dari -55°C sampai dengan 150°C , IC LM35 penggunaannya sangat mudah, difungsikan sebagai kontrol dari indicator tampilan catu daya terbelah. IC LM 35 dapat dialiri arus $60\ \mu\text{A}$ dari supplay sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari 0°C di dalam suhu ruangan.

Untuk mendeteksi suhu digunakan sebuah sensor suhu LM35 yang dapat dikalibrasikan langsung dalam C (*celcius*), LM35 ini difungsikan sebagai basic temperature sensor.

Adapun keistimewaan dari IC LM 35 adalah :

1. Kalibrasi dalam satuan derajat celcius.
2. Lineritas $+10\ \text{mV}/^{\circ}\text{C}$.
3. Akurasi $0,5^{\circ}\text{C}$ pada suhu ruang.
4. Range $+2^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$.
5. Dioperasikan pada catu daya $4\ \text{V} - 30\ \text{V}$.
6. Arus yang mengalir kurang dari $60\ \mu\text{A}$

Kelebihan dan kelemahan sensor LM35 adalah :

Kelebihan :

1. Rentang suhu yang jauh, antara -55 sampai $+150^{\circ}\text{C}$
2. Low self-heating, sebesar $0,08^{\circ}\text{C}$
3. Beroperasi pada tegangan 4 sampai 30V
4. Rangkaian tidak rumit
5. Tidak memerlukan pengkondisian sinyal

Kekurangan :

Membutuhkan sumber tegangan untuk beroperasi.

2.3 Arduino Uno

Arduino Uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 input *analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya. Sedangkan pada kebanyakan board mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian loader terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk loader ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial. (Djuandi, 2011: 2)

Board Arduino Uno memiliki fitur-fitur sebagai berikut :

- 1,0 pinout: tambah SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin RESET, dengan IO REF yang memungkinkan sebagai *buffer* untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari board sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan *Prosesor* yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5V dan dengan Arduino karena yang beroperasi dengan 3.3V. Yang kedua adalah pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.

- Circuit Reset



Gambar 2.4 Board Arduino Uno

(Sumber: Yuwono Martha Dinata ; 2015 : 3)

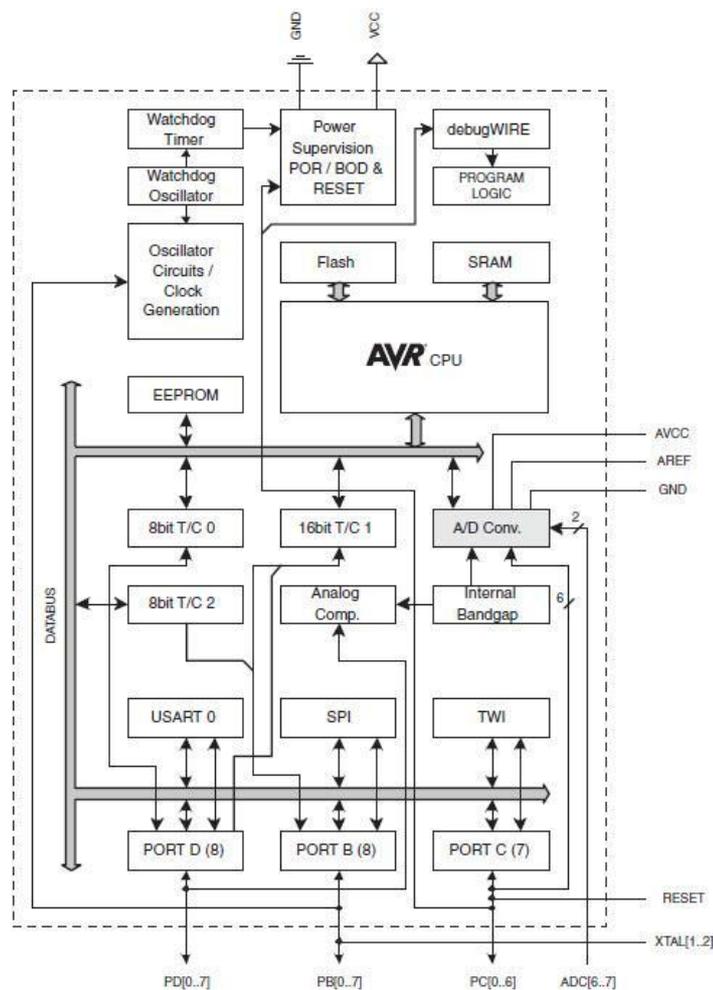


Gambar 2.5 Kabel USB Board Arduino Uno

Secara garis besar ATmega 328 terdiri dari:

- a. Mikrokontroler ATmega 328
- b. Beroperasi pada tegangan 5V
- c. Tegangan input (rekomendasi) 7 – 12V
- d. Batas tegangan input 6 – 20V
- e. Pin digital input/output 14 (6 mendukung output PWM)

- f. Pin analog input 6
- g. Arus pin per input/output 40 mA
- h. Arus untuk pin 3.3V adalah 50mA
- i. *Flash Memory* 32 KB (ATMega328) yang mana 2 KB digunakan oleh *bootloader*
- j. SRAM 2 KB (ATMega328)
- k. EEPROM 1 KB (ATMega328)
- l. Kecepatan clock 16 MHz



Gambar 2.6 Blok diagram *Arduino Uno*

2.3.1 Catu Daya

Uno Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (non-USB) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya *plug* pusat-positif 2.1mm ke dalam board colokan listrik. Lead dari baterai dapat dimasukkan ke dalam *header* pin Gnd dan Vin dari konektor *Power*.

Board dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6 – 20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun, pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan merusak *board*. Rentang yang dianjurkan adalah 7 – 12 volt.

Pin catu daya adalah sebagai berikut:

- VIN. Tegangan input ke *board* Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan dari 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya lainnya diatur). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini atau jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.
- 5V. Catu daya diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya di *board*. Hal ini dapat terjadi baik dari VIN melalui regulator on-board, atau diberikan oleh USB.
- 3,3 volt pasokan yang dihasilkan oleh regulator on-board. Menarik arus maksimum adalah 50 mA
- GND

2.3.2 Memory

ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk *loading file*. Ia juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB dari EEPROM.

2.3.3 Input & Output

Masing-masing dari 14 pin digital pada Uno dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digital Write()`, dan `digital Read()`. Mereka beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal dari 20-50 K Ω . Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

- Serial: (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data TTL serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip ATmega8U2 USB-to-Serial TTL.
- Eksternal Interupsi: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat `attachInterrupt ()` fungsi untuk rincian.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan 8-bit output PWM dengan `analogWrite()` fungsi.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI.
- LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin adalah nilai TINGGI, LED menyala, ketika pin adalah RENDAH, itu off.

Uno memiliki 6 input analog, diberi label A0 melalui A5, masing-masing menyediakan 10 bit resolusi yaitu 1024 nilai yang berbeda. Secara default sistem mengukur dari tanah sampai 5 volt.

2.3.4 Komunikasi

Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada saluran *board* inikomunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai com port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* Arduino menggunakan *USBdriver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file. Inf diperlukan. Perangkat lunak Arduinotermasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX LED *diboardakan* berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi interface pada sistem.

2.3.5 Programming

Uno Arduino dapat deprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pilih Arduino Uno dari *Tool* lalu sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan.

Para ATmega328 pada *Uno Arduino* memiliki bootloader yang memungkinkan Anda untuk mengupload program baru untuk itu tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. Ini berkomunikasi menggunakan protocol dari bahasa C.

Sistem dapat menggunakan perangkat lunak FLIP Atmel (Windows) atau programmer DFU (Mac OS X dan Linux) untuk memuat firmware baru. Atau anda dapat menggunakan header ISP dengan programmer eksternal.

2.3.6 Perangkat Lunak (Arduino IDE)

Lingkungan *open-source Arduino* memudahkan untuk menulis kode dan meng-upload ke *board Arduino*. Ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. Berdasarkan Pengolahan, avr-gcc, dan perangkat lunak sumber terbuka lainnya.



Gambar 2.7 Tampilan Framework Arduino UNO

(Sumber: Yuwono Martha Dinata ; 2015 : 4)

Contoh Penulisan *Code* Program pada Arduino Uno.

```
int i;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(13,OUTPUT);
  digitalWrite(13,LOW);
  Serial.begin(9600);
  i=10;
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  digitalWrite(13,LOW); delay(500);
  digitalWrite(13,HIGH); delay(500);
  Serial.print("Serial Test ");
  Serial.println(i);
  i--;
  if(i<=0) i=10;
}
```

2.3.7 Otomatis Software Reset

Tombol reset *Uno Arduino* dirancang untuk menjalankan program yang tersimpan didalam mikrokontroller dari awal. Tombol reset terhubung ke Atmega328 melalui kapasitor 100nf. Setelah tombol reset ditekan cukup lama untuk me-reset chip, *software IDE* Arduino dapat juga berfungsi untuk meng-*upload* program dengannya menekan tombol *upload* di *software IDE* Arduino.

2.4 Resistor

Resistor adalah komponen elektrik yang berfungsi memberikan hambatan terhadap aliran arus listrik. Setiap benda adalah resistor, karena pada dasarnya tiap benda dapat memberikan hambatan listrik. Dalam rangkaian listrik dibutuhkan resistor dengan spesifikasi tertentu, seperti besar hambatan, arus maksimum yang boleh dilewatkan dan karakteristik hambatan terhadap suhu dan panas.

Resistor atau hambatan listrik adalah salah satu komponen elektronik yang digunakan untuk membatasi arus yang mengalir dalam rangkaian tertutup. Lambang komponen resistor dalam elektronika adalah huruf R dan satuannya adalah ohm (Ω). Berikut adalah jenis-jenis resistor yang biasa digunakan dalam rangkaian elektronik.

2.4.1 Resistor Statis

Resistor statis atau resistor bernilai tetap disusun menggunakan cincin-cincin warna. Sebuah resistor statis memiliki 4 atau 5 buah cincin warna. Warna cincin menunjukkan nilai resistor. Di pasaran, resistor dibedakan berdasarkan bahan pembuatnya, yaitu resistor karbon, *wirewound*, dan metafilm.

Pada beberapa resistor berbahan karbon dan metafilm, nilai resistansi ditunjukkan menggunakan kode gelang-gelang warna yang melingkar pada badan resistor. Masing-masing gelang warna memiliki nilai yang berbeda berdasarkan urutannya. Berikut adalah tabel gelang warna pada resistor.

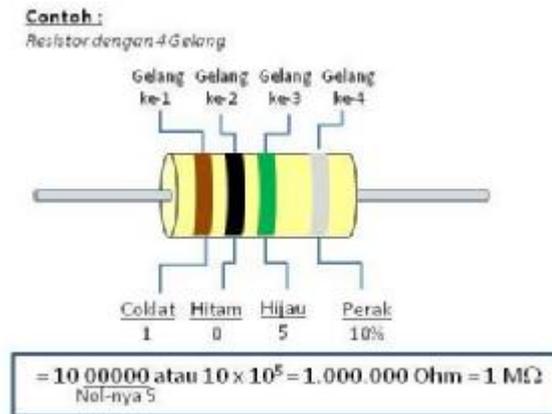


Gambar 2.8 Resistor Tetap

Tabel 2.1 Kode Warna Resistor

Warna	Cincin 1	Cincin 2	Cincin 3	Pengali	Toleransi	Koefisien Temperatur (ppm)
Hitam	0	0	0	1	-	
Cokelat	1	1	1	10	1%	100
Merah	2	2	2	100	2%	50
Jingga	3	3	3	1k	-	15
Kuning	4	4	4	10k	-	25
Hijau	5	5	5	100 k	-	-
Biru	6	6	6	1 m	-	-
Ungu	7	7	7	10M	-	-
Abu-abu	8	8	8	100m	-	-
Putih	9	9	9	1 g	-	-
Emas	-	-	-	0.1 g	5%	-
Perak	-	-	-	0.01	10%	-

Tak berwarna	-	-	-	-	20%	-
--------------	---	---	---	---	-----	---



Gambar 2.9 Resistor Empat Gelang Warna

Gelang 1 coklat = 1

Gelang 2 hitam = 0

Gelang 3 hijau = x 100.000

Gelang 4 emas = 10%

Jadi, nilai hambatan resistor tersebut adalah $1.000.000 \pm 10\%$, atau

Nilai hambatan maksimum adalah $1.000.000 + (1.000.000 \times 10\%) = 1.050.000 \Omega$

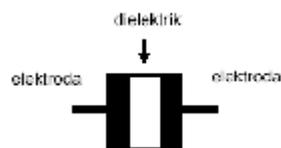
Nilai hambatan minimum adalah $1.000.000 - (1.000.000 \times 10\%) = 950.000 \Omega$

2.5 Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik yang terdiri dari dua konduktor dan dipisahkan oleh bahan penyekat (bahan dielektrik) tiap konduktor disebut keeping. Kapasitor atau sering disebut kondensator merupakan komponen listrik yang dibuat sedemikian rupa sehingga mampu menyimpan muatan listrik. Prinsip sebuah kapasitor pada umumnya sama halnya dengan resistor yang juga termasuk dalam kelompok komponen pasif, yaitu jenis komponen yang bekerja tanpa memerlukan arus panjar. Kapasitor terdiri atas dua konduktor (lempeng logam) yang dipisahkan oleh bahan penyekat (isolator). Isolator penyekat ini sering disebut sebagai bahan (zat) dielektrik.

Satuan nilai kapasitor dinyatakan dalam Farad (F), miliFarad (mF), mikroFarad (μF), nanoFarad (nF), atau pikoFarad (pF). Konversi satuan nilai kapasitor sama dengan konversi satuan tahanan listrik.

Kapasitor disusun menggunakan dua pelat logam. Kedua pelat logam itu dipisahkan dengan isolator yang disebut dielektrikum. Jenis-jenis dielektrikum antara lain mika, plastik, keramik, tantalum, dan elektrolit.



Gambar 2.10 Prinsip Dasar Kapasitor

2.5.1 Kapasitor Keramik

Bentuk kapasitor keramik bermacam-macam. Karena sifatnya yang stabil, kapasitor keramik bagus digunakan pada frekuensi tinggi. Pemasangan kapasitor keramik pada rangkaian elektronika boleh dibolak-balik, tidak perlu memperhatikan kutub positif dan kutub negatif. Nilai kapasitansi kapasitor keramik sangat kecil, tetapi bagus digunakan pada jangkauan tegangan yang luas yaitu hingga 100 volt.



Gambar 2.11 Kapasitor Keramik

2.5.2 Kapasitor Elektrolit

Kapasitor elektrolit atau electrolyte capacitor (elco) merupakan jenis kapasitor polar yang dipasang pada rangkaian elektronik sesuai dengan jenis-jenis terminalnya. Terminal positif (+) kapasitor dihubungkan dengan potensial tinggi (+) rangkaian elektronik, dan terminal negatif (-) kapasitor dihubungkan dengan potensial rendah (-) rangkaian elektronik. Pemasangan yang salah dapat menyebabkan kapasitor rusak atau meledak. Kutub negatif kapasitor elektrolit berkapasitas besar biasa digunakan dalam *power supply*.

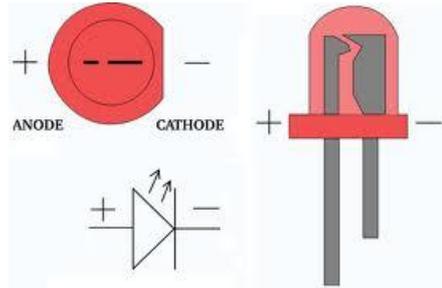


Gambar 2.12 Elektrolit Capasitor (Elco)

2.6 LED (Light Emiting Diode)

Led merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. LED merupakan produk temuan lain selain dioda. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P-N juga melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya. LED dibuat agar lebih efisien jika mengeluarkan cahaya. Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang dipakai adalah galium, arsenik dan fosfor. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula.

Pada saat ini warna-warna cahaya LED yang banyak adalah warna merah, kuning, dan hijau. LED berwarna biru sangat langka. Pada dasarnya semua warna bisa dihasilkan, namun akan menjadi sangat mahal dan tidak efisien. Dalam memilih Led selain warna, perlu diperhatikan tegangan kerja, arus maksimum dan disipasi dayanya. Rumah (*chasing*) LED dan bentuknya juga bermacam-macam, ada yang persegi empat, bulat dan lonjong.



Gambar 2.13 Led (*Light Emitting Diode*)

2.7 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Layar LCD merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya. Untuk menampilkan sebuah karakter pada layar LCD diperlukan beberapa rangkaian tambahan. Untuk lebih memudahkan para pengguna, maka beberapa perusahaan elektronik menciptakan modul LCD. LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD (liquid crystal display) bisa memunculkan gambar atau dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun Kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri.

Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD (liquid crystal display) adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetic yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring.



Gambar 2.14 Liquid Crystal Display 2x16

LCD memiliki 16 pin dengan fungsi pin masing-masing seperti yang terlihat pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.2 Pin-Pin LCD

No.Pin	Nama Pin	I/O	Keterangan
1	VSS	<i>Power</i>	Catu daya, ground (0v)
2	VDD	<i>Power</i>	Catu daya positif
3	V0	<i>Power</i>	Pengatur kontras, menurut datasheet, pin ini perlu dihubungkan dengan pin vss melalui resistor 5k Ω . namun, dalam praktik, resistor yang digunakan sekitar 2,2k Ω
4	RS	<i>Input</i>	Register Select <ul style="list-style-type: none"> • RS = HIGH : untuk mengirim data • RS = LOW : untuk mengirim instruksi
5	R/W	<i>Input</i>	Read/Write control bus <ul style="list-style-type: none"> • R/W = HIGH : mode untuk membaca data di LCD

(Sumber : Abdul Kadir; 2013: 196)

Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah "0". Bus data terdiri dari 4bit atau 8 bit. Jika jalur data 4 bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada table deskripsi, interface LCD merupakan sebuah parallel bus, dalam hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam

pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8bit dikirim ke LCD secara 4bit atau 8bit pada satu waktu.

Jika mode 4bit yang digunakan, maka 2 nibble data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8bit (pertama dikirim 4bit MSB lalu 4bit LSB dengan pulsa clock EN setiap nibblenya). Jalur control EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa mikrokontroler mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke LCD program harus menset EN ke kondisi high "1" dan kemudian menset dua jalur control lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus.

Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke "0" dan tunggu beberapa saat, dan set EN kembali ke high "1". Ketika jalur RS berada dalam kondisi low "0", data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor dll). Ketika RS dalam kondisi high atau "1", data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan dilayar. Misal, untuk menampilkan huruf "A" pada layar maka RS harus diset ke "1". Jalur control R/W harus berada dalam kondisi low (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi high "1", maka program akan melakukan query data dari LCD.

Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu Get LCD status, lainnya merupakan instruksi penulisan, Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu di set ke "0". Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur. Mengirimkan data secara parallel baik 4bit atau 8bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi interface LCD, menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting.

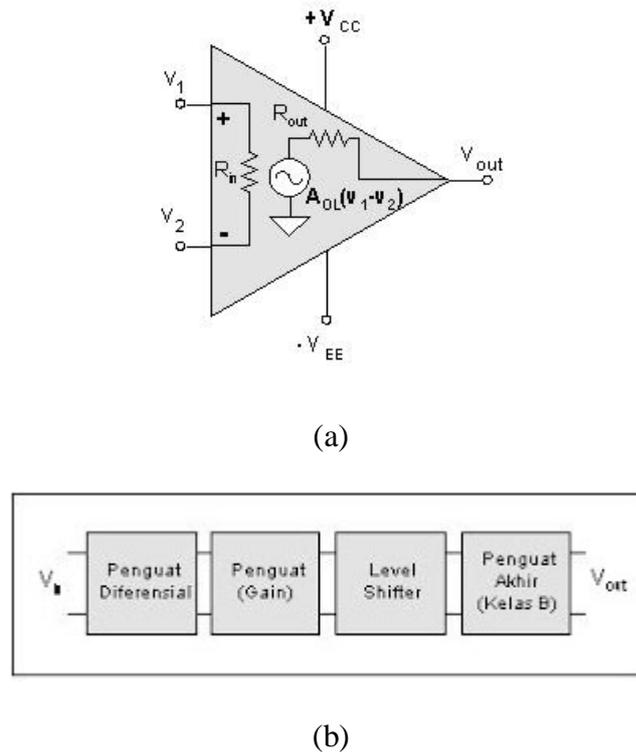
Mode 8 bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3pin untuk control, 8pin untuk data). Sedangkan mode 4bit minimal hanya membutuhkan 7bit (3pin untuk control, 4 pin untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara mikrokontroler dan LCD. Jika bit ini diset ($RS = 1$), maka byte pada posisi kursor LCD saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika bit ini di reset ($RS = 0$), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca.

2.8 OP-Amp (*Operational Amplifier*)

Operational amplifier atau yang biasa disebut sebagai OP- Amp merupakan sejenis IC yang didalamnya terdiri dari beberapa komponen pasif seperti transistor, resistor, dan diode yang telah didesain sedemikian rupa sehingga menjadi sebuah komponen yang dapat digunakan untuk berbagai macam fungsi.

Beberapa aplikasi OP-Amp yang sering digunakan diantaranya rangkaian dasar penguat difrensial, rangkaian *buffer* sinyal, rangkaian penguat tak-membalik (*non-inverting amplifier*), rangkaian penguat membalik (*inverting amplifier*) dan rangkaian penjumlah (*adder*).

OP-Amp memiliki 2 (dua) rangkaian umpan balik (*feedback*) yaitu rangkaian *feedback* positif dan rangkaian *feedback* negatif, rangkaian *feedback* negatif memiliki peranan yang sangat penting karena rangkaian tersebut dapat menghasilkan penguatan yang dapat terukur sedangkan rangkaian *feedback* positif dapat menghasilkan osilasi (sinyal yang berosilasi).

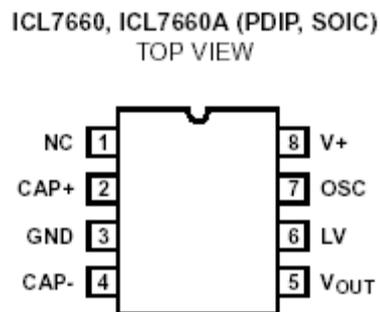


Gambar 2.15 (a) Diagram Skematik Op-Amp, (b) Blok Diagram Op-Amp

Didalam Op-Amp terdapat beberapa bagian, pertama adalah penguat difrensial, lalu bagian penguatan (*gain*), kemudian rangkaian penggeser level (*level shifter*) dan yang terakhir adalah penguatan akhir yang biasanya dibuat menggunakan metode *push-pull amplifier* kelas b. Pada gambar 2.9 (a) dapat dilihat terdapat 2 (dua) buah masukan yaitu masukan tak-membalik (+) dan masukan pembalik (-). Umumnya op-amp bekerja dengan menggunakan catu daya simetrik (+Vcc dan -Vcc) namun ada juga beberapa jenis op-amp yang bekerja hanya menggunakan catu daya tunggal (+Vcc dan *Ground*). R_{in} adalah resistansi masukan yang nilai idealnya tak berhingga, sedangkan R_{out} adalah resistansi keluaran yang besar ~ 0 ohm. R_{OL} adalah nilai penguatan loop terbuka dari op-amp tersebut yang biasanya besar penguatannya tak berhingga.

2.9 IC ICL7660

Intersil *ICL7660* dan *ICL 7660A* adalah *CMOS* monolitik sirkuit listrik yang menawarkan kinerja yang unik keunggulan dibandingkan perangkat sebelumnya yang tersedia. *ICL7660* melakukan konversi tegangan suplai dari positif ke negatif untuk berbagai masukan dari +1.5V untuk 10.0V mengakibatkan tegangan *output* komplementer -1.5V untuk -10.5V dan *ICL7660A* melakukan konversi sama dengan berbagai masukan dari +1.5V untuk +12.0V menghasilkan tegangan *output* komplementer dari -1.5V untuk -12.0V. Hanya 2 kapasitor eksternal *non critical*.



Gambar 2.16 Pin ICL7660

2.9.1 Fitur *ICL7660*

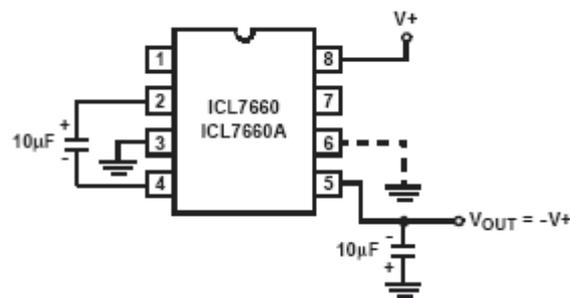
IC *ICL7660* memiliki fitur sebagai berikut :

- Konversi sederhana +5V logika pasoka $\pm 5V$ *supplies*
- *Simple Voltage Multiplication* ($V_{OUT} = (-) nV_{IN}$)
- *Typical Open Circuit Voltage Konversi Efisiensi 99.9%*
- *Typical Efisiensi Daya 98%*
- Lebar tegangan operasi *Range*
- *ICL7660*..... 1.5V ke 10.0V

- *ICL7660A*.....1.5V ke 12.0V
- *ICL7660A* 100% Diuji di 3V
- Mudah digunakan – hanya membutuhkan 2 Eksternal Non-Kritis komponen pasif
- Tidak ada diode Eksternal suhu terlalu penuh. Dan rentang tegangan
- *Pb-Free* ditambah anil tersedia (*RoHS Compliant*)

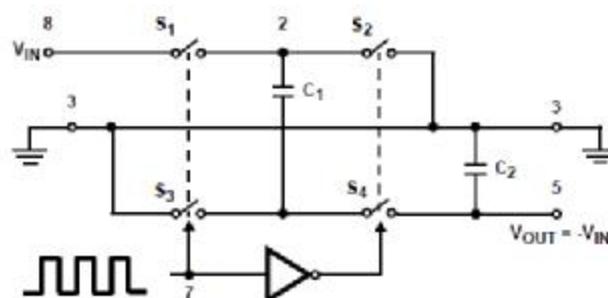
2.9.2 Aplikasi

- *On Board* pasokan Negatif *DynamicRAM*
- *Localized μ Processor (8080 Type) supply Negatif*
- *Akuisisi Data Systems*



Gambar 2.17 Rangkaian *ICL7660*

ICL7660 dan *ICL7660A* berisi semua yang diperlukan sirkuit untuk menyelesaikan converter tegangan negative. Dengan pengecualian 2 kapasitor eksternal $10\mu\text{F}$ terpolarisasi jenis elektrolit.



Gambar 2.18 Konverter Tegangan Negatif

Kapasitor C1 dibebankan tegangan, V_+ , untuk setengah siklus ketika *switch* S1 dan S3 ditutup. (Catatan : *Switch* S2 dan S4 terbuka selama setengah siklus ini). Selama kedua setengah siklus operasi, *switch* S2 dan S4 ditutup, dengan S1 dan S3 terbuka, sehingga menggeser kapasitor C1 negatif oleh V_+ volt. Kemudian ditransfer dari C1 ke C2 sehingga tegangan pada C2 adalah persis V_+ , dengan asumsi *switch* yang ideal dan tidak ada beban pada C2. *ICL7660* mendekati situasi yang ideal ini lebih erat dari sirkuit non-mekanik yang ada (*data sheet : ICL7660*).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jalannya Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa macam cairan yang berbeda untuk mendapatkan hasil perhitungan yang bervariasi dari sensor. Cairan yang digunakan adalah air sumur, minuman bersoda, air mineral dari beberapa merek penyedia air mineral untuk mengetahui derajat keasamaan dari jenis air masing-masing. Tujuan dari penelitian tersebut sebenarnya adalah untuk mengetahui perubahan sinyal listrik yang ditimbulkan oleh sensor Ph. Untuk itu perlu dilakukan beberapa percobaan untuk mengetahui hasil kinerja kerja sensor dan apakah rangkaian *converter* yang telah didesain dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

- a. Alat – Alat
 1. Multimeter
 2. Bor PCB dan bor listrik
 3. Solder
 4. Attractor
 5. Hands tool (alat tangan)
 6. Software Arduino
 7. Project board

8. Larutan FeCl₃

b. Bahan - Bahan

1. Arduino Board
2. Sensor pH DZ-PHprobe
3. Sensor LM35
4. IC TL-072A
5. IC ICL7660
6. Socket IC 8 pin
7. Connector coaxial BNC
8. Timah
9. LCD 16x2
10. Kabel pelangi
11. Terminal male dan female
12. PCB
13. Capacitor
14. Transistor
15. Dioda.
16. Resistor

3.3 Data Perancangan

3.3.1 Daftar Input dan Output yang Digunakan

Perancangan alat ini menggunakan beberapa input dan output perangkat yang akan bekerja dengan perintah dari sebuah controller yakni Arduino-Uno.

Perangkat input berupa Sensor pH-probe sebagai pengukur derajat keasaman dan rangkaian *converter*, sensor LM35 sebagai detektor pengukur suhu air, dan bahasa pemrograman Arduino-Uno. Outputnya berupa LCD display dan beberapa buah LED.

3.3.2 Perancangan Program Arduino

Persiapan yang akan dilaksanakan dalam memasukan program ke dalam board Arduino-Uno adalah sebagai berikut :

1. Merakit seluruh rangkaian.
2. Mengetik program menggunakan software Arduino (dalam penelitian ini penulis menggunakan versi 1.6.6).
3. Melakukan pengecekan (Verify) program yang telah ditulis, untuk mengetahui apakah ada kesalahan dalam penulisan atau tidak.
4. Mengupload program ke board Arduino
5. Menjalankan program

Adapun Langkah-langkah yang dilakukan:

1. Klik *Local Disk C* à *Program Files* à *arduino-nightly* à *arduino.exe*



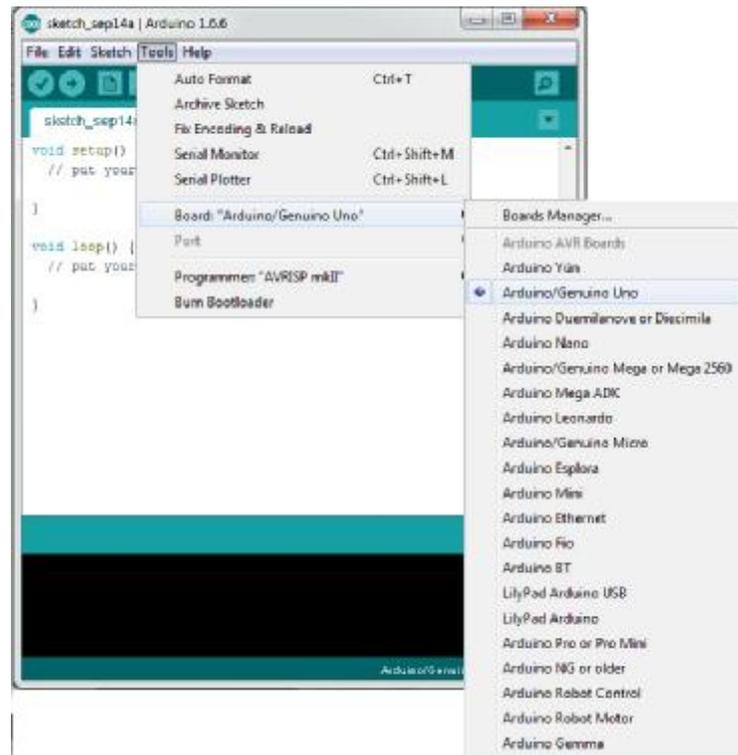
Gambar 3.1 Software Arduino 1.6.6

2. Pada software Arduino, *Klik File à New*
3. Muncul kotak dialog seperti gambar dibawah ini:



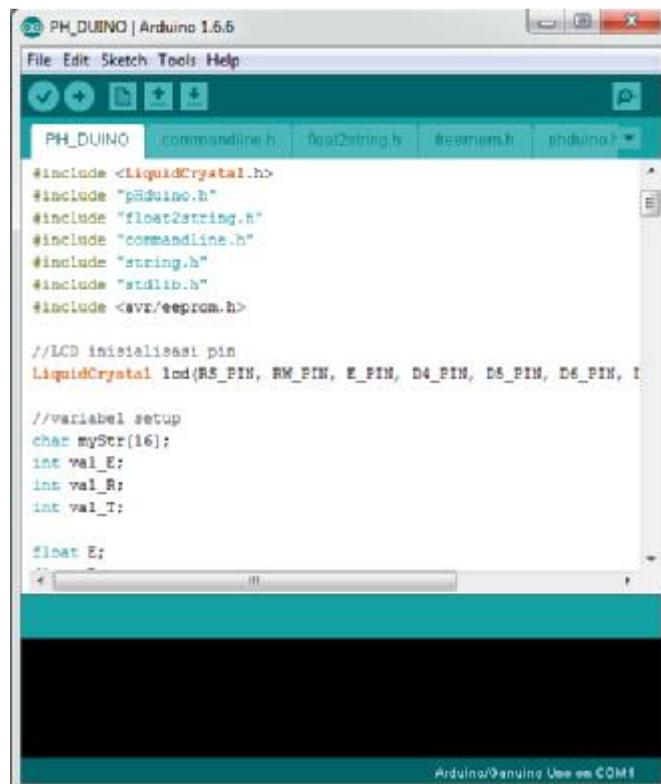
Gambar 3.2 Menu File Baru

4. Sebelum mulai menuliskan syntax, pilih dahulu jenis board Arduino yang akan di gunakan (penulis menggunakan Arduino-Uno). *Klik Tools à Board à Arduino/Genuino Uno.*



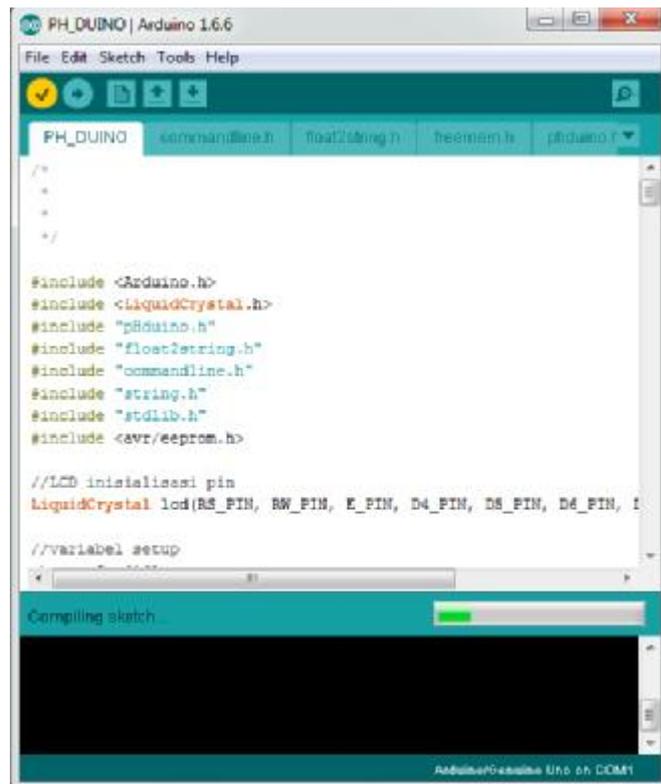
Gambar 3.3 Pemilihan Board Arduino

- Setelah board dipilih, untuk membuat proyek baru, langsung ketikkan sintax pemrograman pada kotak dialog Arduino



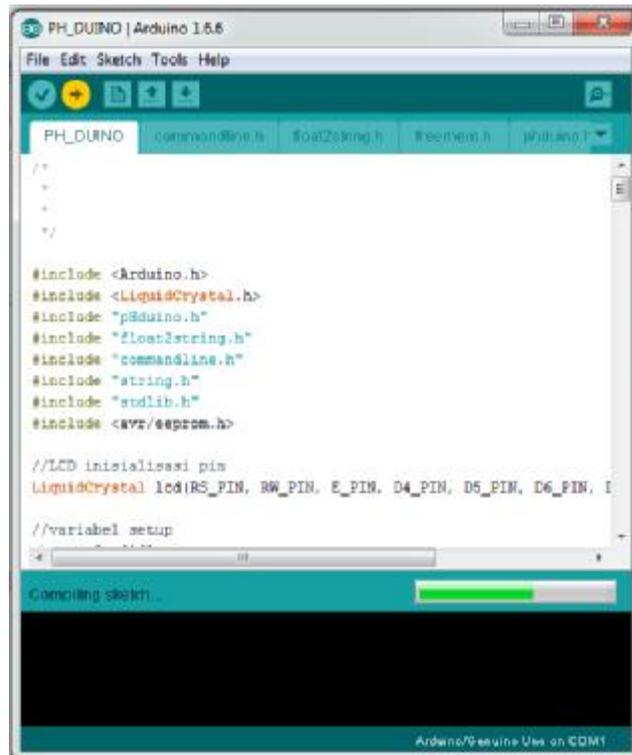
Gambar 3.4 Membuat File Projek Baru

6. Setelah syntax pemrograman selesai dibuat, maka langkah berikutnya adalah mengecek (Verify) program tersebut dengan cara mengklik button Verify berlogo centang (✓) di kiri atas Menu Bar software Arduino.



Gambar 3.5 Proses Verify program

7. Setelah proses Verify berhasil dan penulisan program dinyatakan benar oleh software arduino, maka langkah berikutnya adalah mengupload program ke board Arduino. Caranya adalah dengan menghubungkan board Arduino ke PC / Laptop menggunakan kabel USB, kemudian mengklik button Upload berlogo (↕) pada Menu Bar software Arduino.



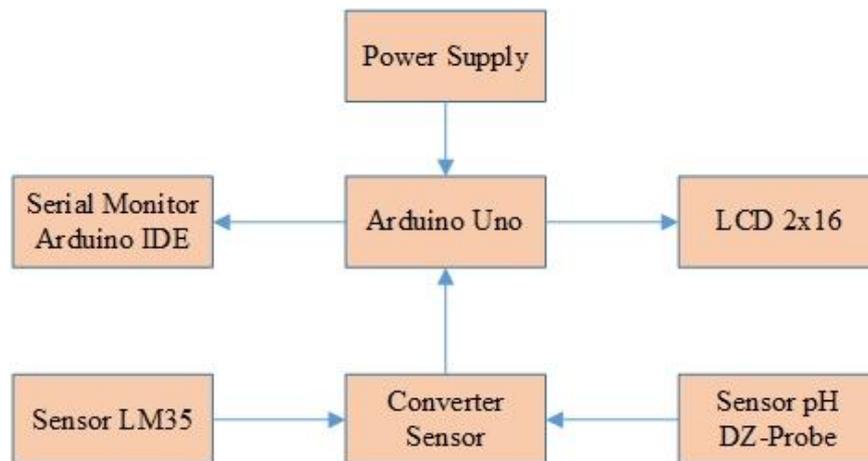
Gambar 3.6 Proses Upload program ke Arduino

8. Setelah selesai di Upload, simpan sintax pemrograman yang telah dibuat dengan cara *File* à *Save As* atau *Ctrl+Shift+S*, kemudian pilih lokasi penyimpanan yang diinginkan. Lalu lepas board Arduino dari PC / Laptop kemudian jalankan rangkaian sistem yang telah dirakit sebelumnya.

3.4 Tahapan Perancangan Alat

Tahapan ini meliputi perencanaan ke depan dimana kita membutuhkan blok diagram fungsi yang mana terdiri dari komponen-komponen yang mendukung kinerja kerja perancangan alat yang akan dikerjakan. Selanjutnya adalah *flowchart* program. Dimana *flowchart* ini berfungsi untuk merancang program yang akan ditulis nantinya.

3.4.1 Perancangan Blok Diagram Sistem



Gambar 3.7 Blok Diagram Sistem

Pada gambar diatas terdapat beberapa blok yang masing-masing berfungsi membentuk suatu koordinasi supaya tercapai tujuan yang diinginkan, yaitu input, proses, dan output. Input adalah merupakan *setpoint* sistem, yaitu suatu nilai atau besaran yang dimasukkan agar diperoleh output yang diinginkan.

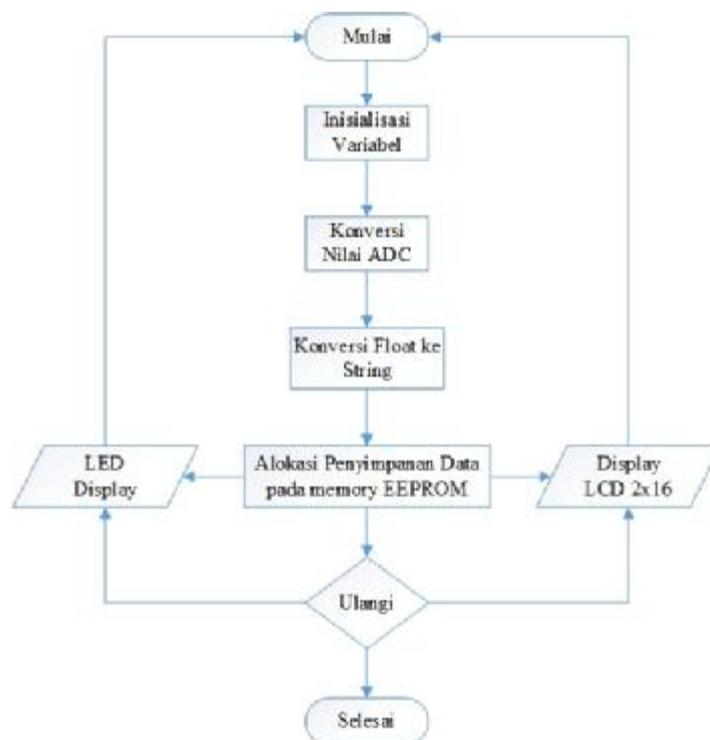
Dikarenakan arus yang diperoleh dari sensor pH DZ-Probe sangat kecil, maka dibutuhkan suatu rangkaian *converter* yang dapat memperbesar sinyal yang dihasilkan oleh sensor. Rangkaian *converter* sensor dirancang sedemikian rupa dengan menggunakan sebuah *Op-Amp* seri TL 072 dan sebuah IC *converter* tegangan untuk mendapatkan tegangan -5v dan +5v. Sensor suhu LM35 juga berada pada rangkaian *converter* sensor. Tujuannya adalah untuk meluruskan sinyal yang keluar dari sensor LM35 dan meminimkan frekuensi yang terpengaruh oleh lingkungan sekitar.

Setelah didapatkan sinyal yang baik dari rangkaian *converter* sensor, sinyal analog yang didapat lalu diteruskan ke *board arduino*. Sinyal ini kemudian diolah kembali untuk mendapatkan nilai derajat keasaman dan nilai tegangan yang terbaca dari sensor pH DZ-Probe. Kemudian hasil dari pembacaan data

ditampilkan pada *display* LCD 2x16 karakter. Hasil yang diperoleh juga dapat dilihat di komputer melalui *serial monitor* yang telah disediakan pada *software* arduino IDE.

3.4.2 Diagram Alir Perancangan Sistem

Untuk memulai pemrograman, dibutuhkan sebuah *planning* yang dapat dibuat dengan bentuk *flowchart* atau diagram alir. Adapun *flowchart diagram* atau diagram alir untuk mempermudah memahami perancangan alat ini dan juga mempermudah dalam pembuatan program adalah sebagai berikut:



Gambar 3.8 Flowchart sistem perangkat

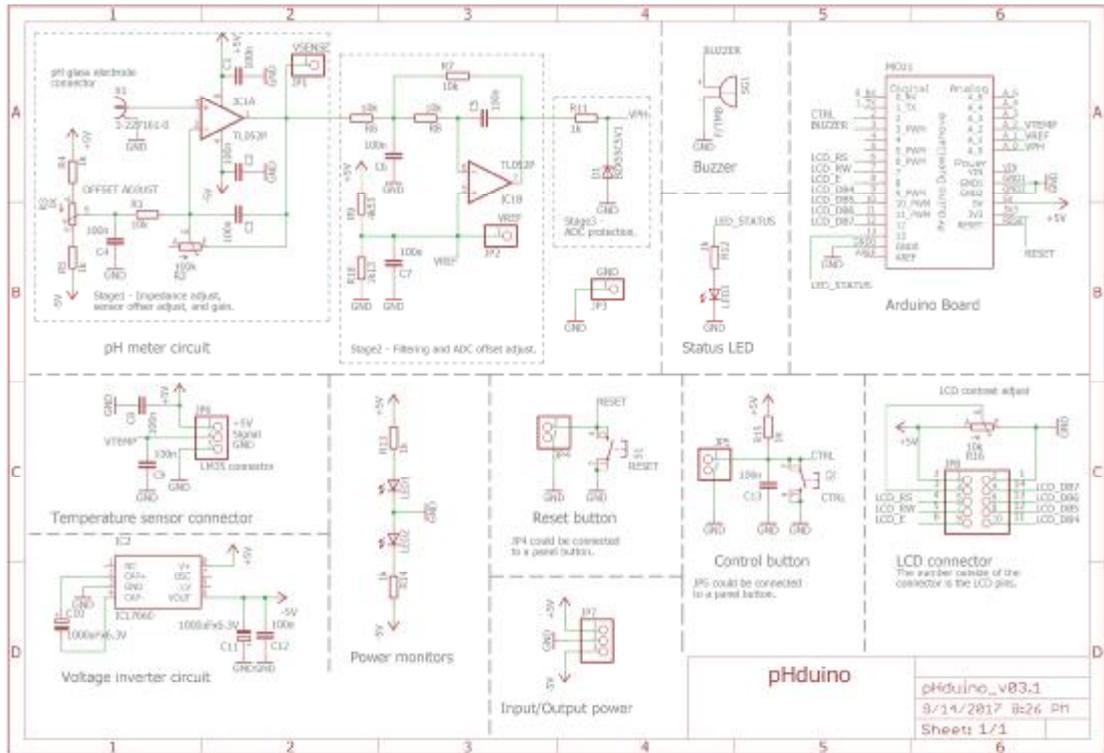
Pada pemrograman C, pembacaan program dimulai dari baris pertama hingga baris terakhir. Biasanya awal pembacaan program dimulai dari void main dan diikuti dengan program selanjutnya. Pada *Flowchart* diatas, pembacaan program diawali dengan inisialisasi *variabel*, ini adalah proses dimana program mendaftarkan setiap *variable-variabel* yang akan digunakan. Selanjutnya adalah

pembacaan data dari sensor, pada bagian ini banyak variable-variabel program yang dibuat untuk kepentingan perhitungan matematika yang nantinya akan digunakan untuk mengkonversi nilai-nilai pembacaan data dari sensor yang masih hanya dikenali oleh mesin pemroses itu sendiri, variabel-variabel tersebut kemudian mengolah data-data yang didapatkan kemudian menampilkannya dalam nilai derajat keasaman air, tegangan dalam satuan *milli volt*, suhu, nilai desimal dari hasil konversi tegangan yang masuk dari sensor dan lain-lain.

Proses selanjutnya adalah menampilkan data-data yang telah dikonversi ke dalam tampilan LCD 16x2. *Led* dan *buzzer* juga berperan dalam menampilkan status dari pembacaan data. Jika nilai derajat keasaman terlalu besar atau terlalu kecil dari standart pembacaan sensor, maka *buzzer* akan mengeluarkan instruksi bahwasanya nilai yang dibaca melebihi batas.

3.5 Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian secara keseluruhan merupakan gabungan dari rangkaian-rangkaian tiap blok. Sebagai pusat kendali Arduino Uno R3 dengan IC ATmega328 yang memproses data input Sensor pH dan Sensor LM35 untuk dikonversikan dan data yang diperoleh ditampilkan pada layar LCD.



Gambar 3.9 Skematik Rangkaian Secara Keseluruhan

BAB IV

ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN

Pengujian dan pengukuran dilakukan untuk membuktikan apakah rangkaian yang sudah di buat bekerja sesuai dengan yang direncanakan . pertama sekali pengujian dilakukan pada setiap bloknnya dan pengujian beberapa blok yang saling berkaitan. Dalam setiap pengujian dilakukan dengan pegukuran yang nantinya akan digunakan untuk menganalisa hardware pendukungnya. Setelah semua komponen dipasang dan semua instalasi selesai, lalu dilakukan pemeriksaan ulang terhadap jalur PCB, solderan dan pengawatan agar pengujian dan pengukuran dapat dilaksanakan dengan cepat dan baik.

4.1 Prosedur Uji Coba Rangkaian

Setelah rangkaian selesai dikerjakan maka penulis perlu melakukan pengujian terhadap rangkaian secara keseluruhan dengan bergantian

Adapun hal-hal yang perlu penulis lakukan untuk pengujian sebagai berikut:

1. Siapkan alat atau rangkaian yang akan di uji coba.
2. Menyiapkan catu daya
3. Menghubungkan rangkaian atau alat dengan catu daya
4. Setelah rangkaian atau alat terhubung dengan catu daya, maka alat telah siap di uji.
5. LCD digunakan sebagai tampilan dari pembacaan keseluruhan data.

6. Uji coba *buzzer* dan *led*, dapat dilakukan dengan program *blink* yang telah disediakan pada *software* arduino.

4.2 Hasil Uji Coba Rangkaian

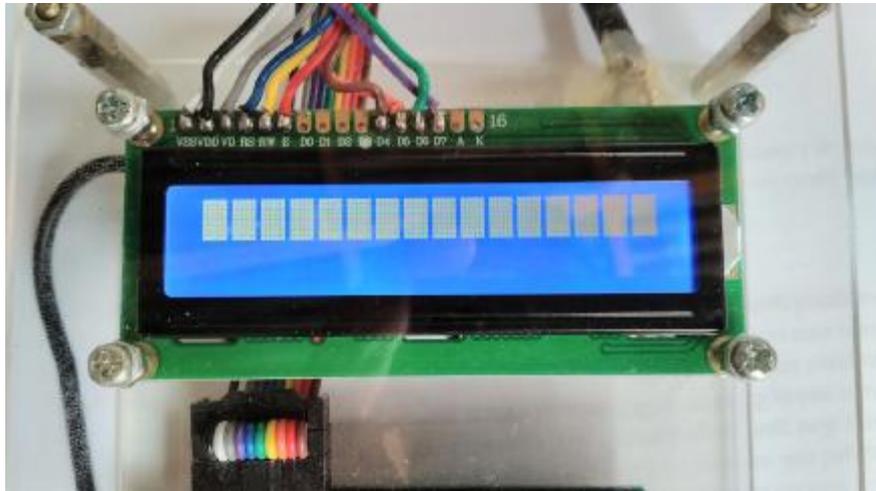
Untuk menguji apakah rangkaian yang dirancang berjalan dengan baik, maka perlu dilakukan pengujian. Pengujian rangkaian meliputi pengujian tiap-tiap komponen dan sensor yang akan diuji satu persatu. Agar tidak terjadi kesalahan yang fatal maka pengujian secara satu-persatu harus dilakukan.

4.2.1 Pengujian LCD 2x16

Pengujian pada LCD 2x16 adalah untuk mengetahui apakah rangkaian yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik. Pengujian ini perlu dilakukan mengingat seluruh kegiatan rangkaian akan ditampilkan pada LCD 2x16 ini. Pengujian ini dilakukan dua tahap, yaitu pengujian dengan memberi tegangan pada LCD untuk mengetahui apakah LCD dalam keadaan baik. Pengujian selanjutnya adalah dengan memberikan data kepada LCD untuk menampilkan karakter.

Pengujian tahap pertama adalah dengan memberikan tegangan +5V pada pin 2 atau VDD, dan negatif pada pin 1 atau VSS. Kedua pin ini merupakan supply utama pada LCD. Selanjutnya jangan lupa pula memberikan tegangan +5V pada pin 15 atau A (*Anoda*) dan -5v pada pin 16 atau K(*Katoda*). Pin-pin ini berfungsi untuk menyalakan lampu latar (*Backlight*) pada LCD. Setelah dilakukan langkah-langkah diatas, kemudian putar *trimpot* 10K Ω yang merupakan *trimpot* untuk mengatur *contrast* atau kecerahan pada tampilan LCD. *Output trimpot* ini

terhubung pada pin 3 atau V0. Trimpot diputar sampai terlihat tampilan kotak-kotak pada LCD seperti gambar dibawah :



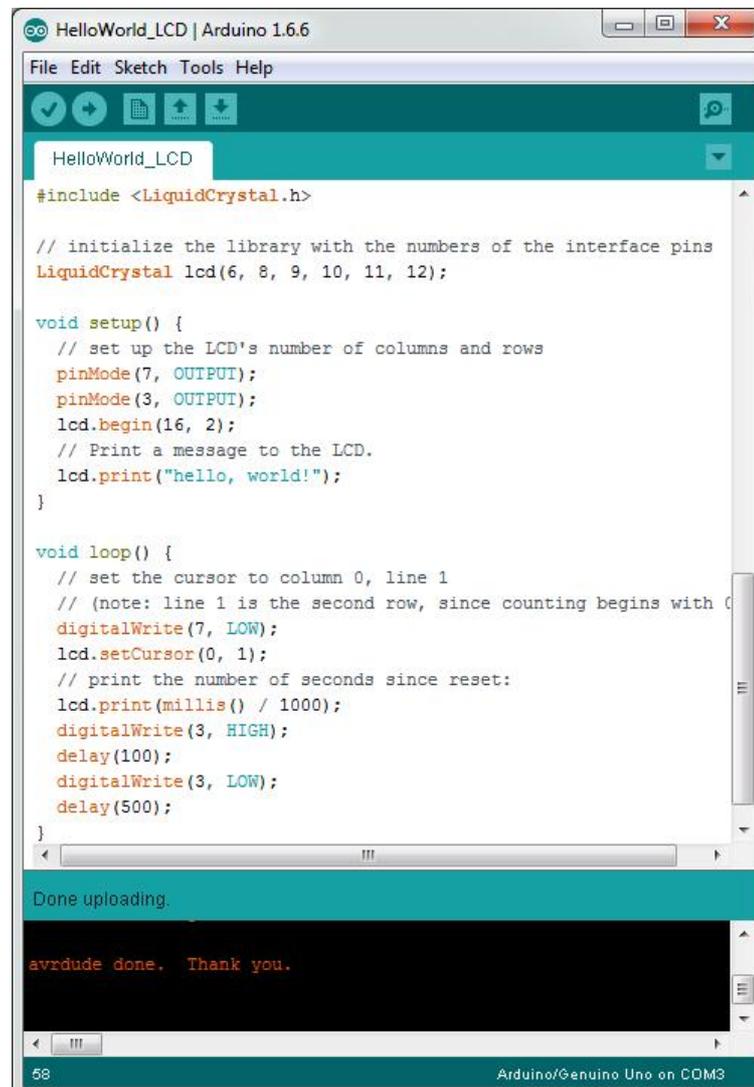
Gambar 4.1 Pengujian LCD 2x16

Jika telah didapatkan tampilan seperti gambar diatas berarti LCD telah siap untuk diberi program.

4.2.2 Pemberian Program Pada LCD 2x16

Untuk pemberian program pada LCD, pertama sekali adalah menentukan pin data yang akan dihubungkan dari LCD 2x16 ke arduino. Pin-pin tersebut meliputi pin RS, RW, E, D4, D5, D6 dan D7. Pin-pin yang lain selain pin *supply*, *Anoda* dan *Katoda* tidak perlu digunakan. Pada aplikasi ini, pin RS dihubungkan pada pin 6 arduino, RW dihubungkan ke pin 7, E dihubungkan pada pin 8, D4 dihubungkan ke pin 9, D5 ke pin 10, D6 ke pin 11, D7 pada pin 12. Pin-pin yang terhubung dapat di uji kembali menggunakan multimeter apakah telah benar dan telah terhubung dengan baik. Jika semua telah dilakukan dengan baik, selanjutnya adalah pemberian program.

Dikarenakan *default* program dari arduino menghubungkan pin RS ke *ground* yang tujuannya adalah untuk mengurangi penggunaan pin arduino, maka perlu dilakukan modifikasi. Program tes LCD seperti terlihat dibawah :



```
>HelloWorld_LCD | Arduino 1.6.6
File Edit Sketch Tools Help
HelloWorld_LCD
#include <LiquidCrystal.h>

// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(6, 8, 9, 10, 11, 12);

void setup() {
  // set up the LCD's number of columns and rows
  pinMode(7, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  lcd.begin(16, 2);
  // Print a message to the LCD.
  lcd.print("hello, world!");
}

void loop() {
  // set the cursor to column 0, line 1
  // (note: line 1 is the second row, since counting begins with 0)
  digitalWrite(7, LOW);
  lcd.setCursor(0, 1);
  // print the number of seconds since reset:
  lcd.print(millis() / 1000);
  digitalWrite(3, HIGH);
  delay(100);
  digitalWrite(3, LOW);
  delay(500);
}

Done uploading.
avrdude done. Thank you.
58 Arduino/Genuino Uno on COM3
```

Gambar 4.2 Program Tes LCD 2x16

Hasil dari program diatas adalah seperti gambar dibawah :

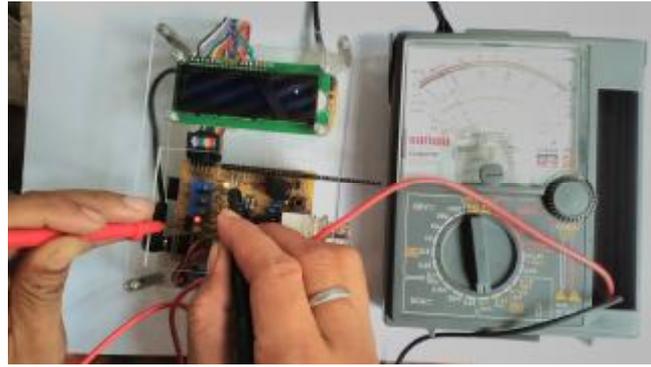


Gambar 4.3 Hasil Program Tes LCD

Hasil uji coba LCD 2x16 telah berhasil dilakukan, selanjutnya adalah menguji *Led* dan *buzzer*.

4.2.3 Pengujian *LED* dan *Buzzer*

Sebenarnya untuk pengujian *Led* dan *Buzzer* dapat dilakukan secara bersamaan dengan pengujian LCD 2x16. Untuk *Led* terhubung pada pin 13 arduino uno. Untuk *buzzer* sendiri terhubung pada pin 3 arduino. Caranya adalah dengan menambah program seperti program *blink* pada pin 3 dan pin 13 arduino. Tetapi sebelum itu ada baiknya menguji led dan buzzer tersebut menggunakan multimeter agar didapatkan hasil yang lebih baik ketika rangkaian dijalankan. Caranya adalah memutar *selector multimeter* pada posisi X1 dibagian pengukuran hambatan. Kemudian hubungkan *probe* positif multimeter dibagian *ground* pada rangkaian, kemudian *probe* negatif dihubungkan pada pin 13 rangkaian. Jika *Led* menyala artinya rangkaian dalam keadaan baik dan dapat dilanjutkan ke pengujian berikutnya.



Gambar 4.4 Pengujian Led

Selanjutnya adalah pengujian *buzzer*. Caranya adalah sama seperti menguji led pada rangkaian. Tetapi *probe* negatif *multitester* harus terhubung pada pin 3 arduino. Jika didapatkan bunyi “*beep*” artinya *buzzer* dan rangkaian dalam keadaan baik.



Gambar 4.5 Pengujian Buzzer

4.2.4 Pengujian Sensor LM35

Untuk melakukan pengukuran, maka lebih dahulu input dari sensor LM35 dihubungkan ke probe positif dan ground ke probe negatif dari voltmeter. Pada rangkaian sensor LM35 terdapat tiga kaki sensor yang utama yaitu V_{in} , V_{out} , dan Ground.

Tabel 4.1 Hasil Uji Coba Sensor Suhu LM35

Suhu (Celsius)	Output (V)
31°-33°	0,2V
34°-36°	0,3V

Dari pengujian diketahui tegangan keluaran sensor naik sebesar 0,1V untuk setiap 3°Celsius, maka sensor telah bekerja dengan baik.

4.3 Analisa software Arduino Uno

Pada aplikasi ini, program dibuat dengan memisah-misahkan bagian-bagian dari tiap jenis pembacaan data. Tujuannya adalah untuk memudahkan pengeditan program kembali jika ditemukan kesalahan. Tujuan lainnya adalah untuk mempersingkat penulisan program yang cukup panjang.

```

//LCD inisialisasi Pin
#define RS_PIN      6
#define RW_PIN      7
#define E_PIN       8
#define D4_PIN      9
#define D5_PIN     10
#define D6_PIN     11
#define D7_PIN     12

#define PH_LED_PIN  13

#define PH_PH_ADC_PIN  0
#define PH_REF_ADC_PIN  1
#define PH_TEMP_ADC_PIN  2

#define PH_PH_LOWER_LIMIT  0.0
#define PH_PH_UPPER_LIMIT  14.0

#define PH_PH_VOLTAGE_ADC_LOWER_LIMIT  0.0
#define PH_PH_VOLTAGE_ADC_UPPER_LIMIT  4.0

#define PH_R  8.31451
#define PH_F  96485

```

Program diatas merupakan inisialisasi tiap-tiap pin yang digunakan. Dimulai dari inisialisasi pin LCD, LED, dan pemberian nilai dari tiap-tiap variable yang digunakan.

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include "pHduino.h"
#include "float2string.h"
#include "commandline.h"
#include "string.h"
#include "stdlib.h"
#include <avr/eeprom.h>

//LCD inisialisasi pin
LiquidCrystal lcd(RS_PIN, RW_PIN, E_PIN, D4_PIN, D5_PIN, D6_PIN,
```

Selanjutnya adalah pemanggilan kembali program *header* yang telah dibuat sebelumnya untuk dijalankan pada bagian program utama. Program *header* merupakan program yang dapat kita buat untuk menjadi program *default* yang nantinya dapat kita gunakan pada program apapun dengan hanya memanggil nama program tersebut dengan cara seperti gambar diatas.

```
char myStr[16];
int val_E;
int val_R;
int val_T;

float E;
float R;
float T;
float pH;
int i;
unsigned long ul;
float f, f2;

unsigned long int my_timer0;
unsigned long int my_timer;

boolean pH_alarm_status = false;

//struktur parameter
struct myRec_T{
    unsigned int magic_number;
    boolean start_flag;
    unsigned int time between acquisitions ms;
```

Program diatas berfungsi untuk pemberian nilai awal dan tipe data di dalam pengukuran. Nilai-nilai variabel dan tipe datanya dideklarasikan pada program diatas.

```
pinMode(PH_LED_PIN, OUTPUT);
pinMode(PH_BUTTON_CTRL_PIN, INPUT);
pinMode(PH_BUZZER_PIN, OUTPUT);

digitalWrite(PH_LED_PIN, LOW);
digitalWrite(PH_BUZZER_PIN, LOW);

lcd.begin(16, 2);
lcd.clear();
lcd.noCursor();
lcd.home();
lcd.display();

digitalWrite(PH_BUZZER_PIN, HIGH);
delay(200);
digitalWrite(PH_BUZZER_PIN, LOW);

digitalWrite(PH_LED_PIN, HIGH);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("pH Duino Tester");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(PH_DUINO_VERSION);
delay(2000);
```

Program selanjutnya adalah mengatur *display* yang digunakan, pin-pin yang digunakan, tipe pin yang digunakan apakah *input* atau *output*. Pada bagian ini setiap perangkat yang dihubungkan pada pin arduino didaftarkan untuk mengenali apakah nantinya pin arduino akan berlaku *input* ataupun *output*.

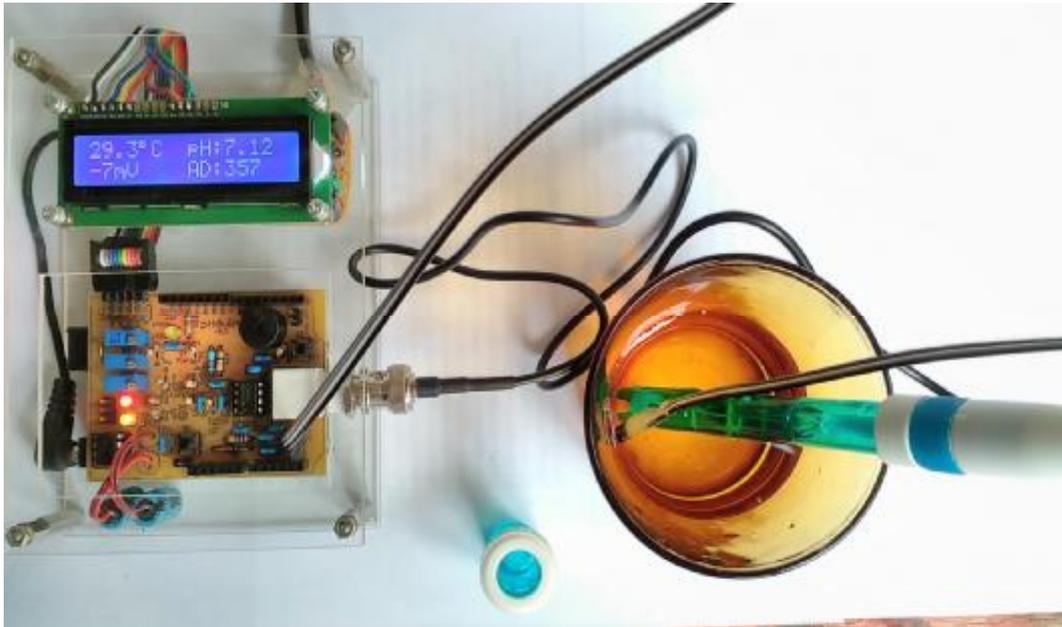
```
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  my_timer = millis();

  if((my_timer-my_timer0) > myRec.time_between_acquisitions_ms)
    my_timer0 = my_timer;
    if(myRec.start_flag == true){
      process_data();
    }
  }
  process_cmd();
}
```

Void loop adalah subrutin program. Didalam arduino void main atau program utama ditulis dengan void loop. Yaitu program yang akan diulang secara terus-menerus. Didalam void loop, hanya variabel yang telah ditulis pada program

yang dibawahnya yang dipanggil ulang untuk dikerjakan secara terus-menerus (diulang).

Untuk hasil keseluruhan dapat dilihat pada gambar di bawah :



Gambar 4.6 Hasil Uji Coba Rangkaian Keseluruhan

Dari hasil pengujian sistem secara keseluruhan diambil beberapa sampel minuman yang beredar di pasaran didapat tabel sebagai berikut:

Tabel 4.2 Pengukuran pH

No	Jenis Cairan	pH	Terdeteksi
1	Air Minum Berkarbonasi	3,14	Tidak Layak
2	Air Minum Isi Ulang	6,58	Layak
3	Air Minum Ion Water	7,12	Layak

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan alat pendeteksi kelayakan air minum berdasarkan sensor pH dan Arduino Uno dan kemudian dilakukan pengujian maka dapat di simpulkan beberapa hal serta dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perancangan pendeteksi kelayakan air minum berdasarkan sensor pH dan Arduino Uno yang dihubungkan ke air minum yang kemudian nilai pH yang terkandung dikirimkan ke arduino untuk diolah dan dikonversikan serta ditampilkan pada layar LCD.
2. Pada pengujian yang telah dilakukan, didapat nilai pH yang terkandung dari beberapa sampel minuman yaitu air minum bersoda 3.14, air minum isi ulang 6,58 dan air minum ion 7,12. Dari pengujian ini maka disimpulkan bahwa beberapa sampel minuman tidak layak dikonsumsi berdasarkan nilai pH yang terkandung sesuai rekomendasi Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia.

5.2 Saran

Dengan hasil yang telah dicapai proyek akhir ini maka diharapkan dapat disempurnakan untuk dimasa mendatang, diantaranya dengan cara:

1. Untuk alat ini tidak hanya kadar nilai pH yang terkandung saja yang ditampilkan namun juga kandungan kadar TDS pada air minum.

DAFTAR PUSTAKA

Kadir Abdul (2012).”*Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemograman Menggunakan Arduino*”. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Eko Ihsanto, dkk. Jurnal. (2014).”*Rancang Bangun Sistem Pengukuran pH Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno*”. Jakarta

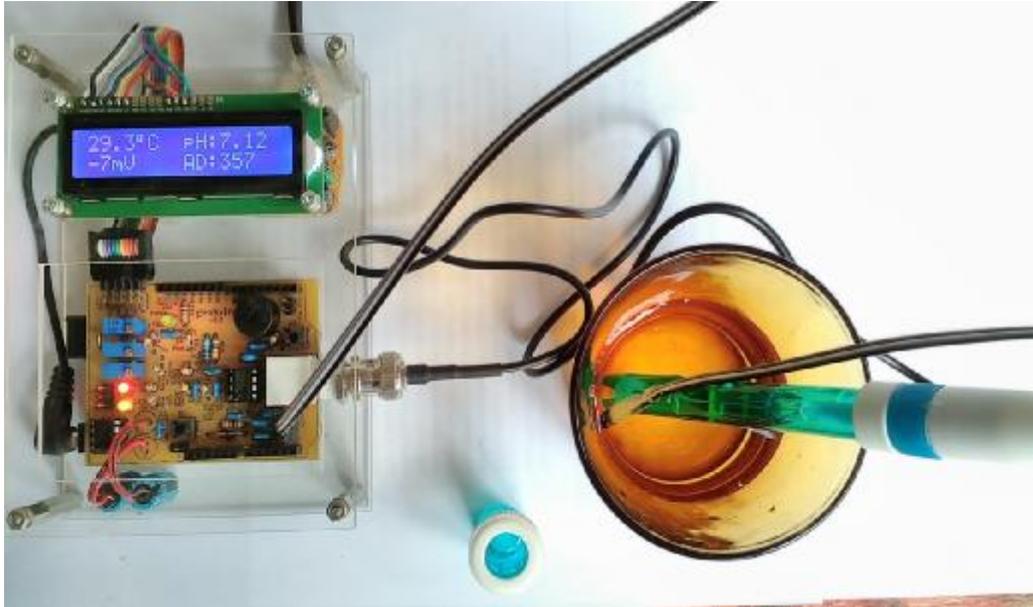
Erwin Susanto, dkk. Jurnal. (2016).”*Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan Metode Fuzzy Logic*”. Bandung

Zulfian Azmi, dkk. Jurnal. (2016).”*Sistem Penghitung pH Air Pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontroler*”. Medan

Peraturan Menteri Kesehatan RI. No.492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Wikipedia (2017), http://id.wikipedia.org/wiki/Air_minum (diakses 14 Agustus 2014)

Uji 1 pada air minum ion



Uji 2 pada air minum isi ulang



Uji 3 pada air minum bersoda



```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
#define rx 2
```

```
#define tx 3
```

```
SoftwareSerial myserial(rx, tx);
```

```
String inputsring = "";
```

```
String sensorstring = "";
```

```
Boolean input_stringcomplete = false;
```

```
Boolean sensor_stringcomplete = false;
```

```
float ph;
```

```
void loop() {
```

```
    Serial.begin(9600);
```

```
    myserial.begin(9600);
```

```
    inputstring.reserve(10);
```

```
    sensorstring.reserve(30);
```

```
}
```

```
void serialEvent() {
```

```
    char inchar = (char)Serial.read();
```

```
    inputstring += inchar;
```

```
    if (inchar == '\r') {
```

```
        input_stringcomplete = true;
```

```
    }
```

```
}
```

```
void loop() {  
    if (input_stringcomplete) {  
        myseraial.print(inputstring);  
        inputstring = "";  
        input_stringcomplete = false;  
    }  
    if (myserial.available() > 0) {  
        char inchar = (char)myserial.read();  
        sensorstring += inchar;  
        if (inchar == '\r') {  
            sensor_stringcomplete = true;  
        }  
    }  
}
```

```
if (sensor_stringcomplete) {  
    serial.println(sensorstring);  
    ph = sensorstring.toFloat();  
    if (ph >=7.0) {  
        Serial.println("high");  
    }  
    if (ph <=6.999) {  
        Serial.println("low");  
    }  
    sensorstring = "";  
    sensor_stringcomplete = false; }  
}
```



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA

NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010

TENTANG

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang : a. bahwa agar air minum yang di konsumsi masyarakat tidak menimbulkan gangguan kesehatan perlu ditetapkan persyaratan kesehatan kualitas air minum;
- b. bahwa Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Air Minum dipandang tidak memadai lagi dalam rangka pelaksanaan pengawasan air minum yang memenuhi persyaratan kesehatan;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Persyaratan Kualitas Air Minum dengan Peraturan Menteri Kesehatan;
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1984 tentang Wabah Penyakit Menular (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1984 Nomor 20, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3273);
2. Undang Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3821);
3. Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2001 tentang Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004, Nomor 32, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4377);
4. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437), sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008 tentang perubahan kedua atas Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4844);



**MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA**

5. Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 144, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5063);
6. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161);
7. Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 33, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161);
8. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan antara Pemerintah, Pemerintah Daerah Provinsi dan Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
9. Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4858);
10. Peraturan Presiden Nomor 47 Tahun 2009 tentang Pembentukan dan Organisasi Kementerian Negara;
11. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 705/MPP/Kcp/11/2003 tentang Persyaratan Teknis Industri Air Minum Dalam Kemasan dan Perdaganganannya;
12. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 651/MPP/Kcp/10/2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum;
13. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1575/Menkes/Per/XI/2005 tentang Susunan Organisasi dan Tata Kerja Departemen Kesehatan sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 439/Menkes/Per/VI/2009;
14. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PR/1/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum;
15. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 922/Menkes/Sk/VIII/2008 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Provinsi dan Pemerintah Kabupaten/Kota bidang Kesehatan;
16. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 852/Menkes/Sk/IX/2008 tentang Strategi Nasional Sanitasi Total Berbasis Masyarakat;



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

17. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor
01/PRT/M/2009 tentang Penyelenggaraan
Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Bukan
Jaringan Perpipaan;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : **PERATURAN MENTERI KESEHATAN TENTANG
PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM.**

Pasal 1

Dalam Peraturan ini yang dimaksud dengan:

1. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.
2. Penyelenggara air minum adalah badan usaha milik negara/badan usaha milik daerah, koperasi, badan usaha swasta, usaha perorangan, kelompok masyarakat dan/atau individual yang melakukan penyelenggaraan penyediaan air minum.
3. Pemerintah daerah adalah gubernur, bupati, atau walikota dan perangkat daerah sebagai unsur penyelenggara pemerintahan daerah.
4. Kantor Kesehatan Pelabuhan yang selanjutnya disingkat KKP adalah unit pelaksana teknis Kementerian Kesehatan di wilayah pelabuhan, bandara dan pos lintas batas darat.
5. Menteri adalah menteri yang tugas dan tanggung jawabnya di bidang kesehatan.
6. Badan Pengawasan Obat dan Makanan yang selanjutnya disingkat BPOM adalah badan yang bertugas di bidang pengawasan obat dan makanan sesuai peraturan perundang undangan.

Pasal 2

Setiap penyelenggara air minum wajib menjamin air minum yang diproduksinya aman bagi kesehatan.

Pasal 3

- (1) Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.
- (2) Parameter wajib sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan persyaratan kualitas air minum yang wajib diikuti dan ditaati oleh seluruh penyelenggara air minum.
- (3) Pemerintah daerah dapat menetapkan parameter tambahan sesuai dengan kondisi kualitas lingkungan daerah masing-masing dengan mengacu pada parameter tambahan sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.



**MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA**

- (4) Parameter wajib dan parameter tambahan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) sebagaimana tercantum dalam Lampiran Peraturan ini.

Pasal 4

- (1) Untuk menjaga kualitas air minum yang dikonsumsi masyarakat dilakukan pengawasan kualitas air minum secara eksternal dan secara internal.
- (2) Pengawasan kualitas air minum secara eksternal merupakan pengawasan yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota atau oleh KKP khusus untuk wilayah kerja KKP.
- (3) Pengawasan kualitas air minum secara internal merupakan pengawasan yang dilaksanakan oleh penyelenggara air minum untuk menjamin kualitas air minum yang diproduksi memenuhi syarat sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.
- (4) Kegiatan pengawasan kualitas air minum sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi inspeksi sanitasi, pengambilan sampel air, pengujian kualitas air, analisis hasil pemeriksaan laboratorium, rekomendasi dan tindak lanjut.
- (5) Ketentuan lebih lanjut mengenai ratalaksana pengawasan kualitas air minum ditetapkan oleh Menteri.

Pasal 5

Menteri, Kepala BPOM, Kepala Dinas Kesehatan Propinsi dan Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota melakukan pembinaan dan pengawasan terhadap pelaksanaan Peraturan ini sesuai dengan tugas dan fungsi masing-masing.

Pasal 6

Dalam rangka pembinaan dan pengawasan, Menteri dan Kepala BPOM dapat memerintahkan produsen untuk menarik produk air minum dari peredaran atau melarang pendistribusian air minum di wilayah tertentu yang tidak memenuhi persyaratan sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.

Pasal 7

Pemerintah atau pemerintah daerah sesuai kewenangannya memberikan sanksi administratif kepada penyelenggara air minum yang tidak memenuhi persyaratan kualitas air minum sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.

Pasal 8

Pada saat ditetapkannya Peraturan ini, maka Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum sepanjang mengenai persyaratan kualitas air minum dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.



**MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA**

Pasal 9

Peraturan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan peraturan ini dengan penempatannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 19 April 2010

MENTERI KESEHATAN,

ttd

dr. Endang Rahayu Sedyaningsih, MPH, Dr. PH



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran
Peraturan Menteri Kesehatan
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010
Tanggal : 19 April 2010

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂ -)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃ -)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	C	suhu udara + 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Klorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
7)	Seng	mg/l	3
8)	Sulfat	mg/l	250
9)	Tembaga	mg/l	2
10)	Amonia	mg/l	1,5

II. PARAMETER TAMBAHAN

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	KIMIAWI		
a.	Bahan Anorganik		
	Air Raksa	mg/l	0,001
	Antimon	mg/l	0,02
	Barium	mg/l	0,7
	Boron	mg/l	0,5
	Molybdenum	mg/l	0,07
	Nikel	mg/l	0,07
	Sodium	mg/l	200
	Timbal	mg/l	0,01
	Uranium	mg/l	0,015
b.	Bahan Organik		
	Zat Organik (KMnO ₄)	mg/l	10
	Deretjen	mg/l	0,05
	Chlorinated alkanes		
	Carbon tetrachloride	mg/l	0,004
	Dichloromethane	mg/l	0,02
	1,2 Dichloroethane	mg/l	0,05
	Chlorinated ethenes		
	1,2-Dichloroethene	mg/l	0,05
	Trichloroethene	mg/l	0,02
	Tetrachloroethene	mg/l	0,04
	Aromatic hydrocarbons		
	Benzene	mg/l	0,01
	Toluene	mg/l	0,7
	Xylenes	mg/l	0,5
	Ethylbenzene	mg/l	0,3
	Styrene	mg/l	0,02
	Chlorinated benzenes		
	1,2-Dichlorobenzene (1,2-DCB)	mg/l	1
	1,4-Dichlorobenzene (1,4-DCB)	mg/l	0,3
	Lain-lain		
	Di(2-ethylhexyl)phthalate	mg/l	0,008
	Acrylamide	mg/l	0,0005
	Epichlorohydrin	mg/l	0,0004
	Hexachlorobutadiene	mg/l	0,0006



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	mg/l	0,6
	Nitritriacetic acid (NTA)	mg/l	0,2
c.	Pestisida		
	Alachlor	mg/l	0,02
	Aldicarb	mg/l	0,01
	Aldrin dan dieldrin	mg/l	0,00003
	Atrazine	mg/l	0,002
	Carbofuran	mg/l	0,007
	Chlordane	mg/l	0,0002
	Chlorotoluron	mg/l	0,03
	DDT	mg/l	0,001
	1,2- Dibromo-3-chloropropane (DBCP)	mg/l	0,001
	2,4 Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	mg/l	0,03
	1,2-Dichloropropane	mg/l	0,04
	Isoproturon	mg/l	0,009
	Lindane	mg/l	0,002
	MCPA	mg/l	0,002
	Methoxychlor	mg/l	0,02
	Metolachlor	mg/l	0,01
	Molinate	mg/l	0,006
	Pendimethalin	mg/l	0,02
	Pentachlorophenol (PCP)	mg/l	0,009
	Permethrin	mg/l	0,3
	Simazine	mg/l	0,002
	Trifluralin	mg/l	0,02
	Chlorophenoxy herbicides selain 2,1 D dan MCPA		
	2,4-D	mg/l	0,090
	Dichlorprop	mg/l	0,10
	Fenoprop	mg/l	0,009
	Mecoprop	mg/l	0,001
	2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid	mg/l	0,009
d.	Desinfektan dan Hasil Sampingannya		
	Desinfektan		
	Chlorine	mg/l	5
	Hasil sampingan		
	Bromate	mg/l	0,01
	Chlorate	mg/l	0,7
	Chlorite	mg/l	0,7
	Chlorophenols		
	2,4,6 Trichlorophenol (2,4,6 TCP)	mg/l	0,2
	Bromoform	mg/l	0,1
	Dibromochloromethane (DBCM)	mg/l	0,1
	Bromodichloromethane (BDCM)	mg/l	0,06
	Chloroform	mg/l	0,3



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Chlorinated acetic acids		
	Dichloroacetic acid	mg/l	0,05
	Trichloroacetic acid	mg/l	0,02
	Chloral hydrate		
	Halogenated acetonitriles		
	Dichloroacetonitrile	mg/l	0,02
	Dibromoacetonitrile	mg/l	0,07
	Cyanogen chloride (sebagai CN)	mg/l	0,07
2.	RADIOAKTIFITAS		
	Gross alpha activity	Bq/l	0,1
	Gross beta activity	Bq/l	1

MENTERI KESEHATAN,

ttd

dr. Endang Rahayu Sedyaningsih, MPH, Dr. PH

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Muhammad Arief Prasetya
Panggilan : Arief
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 23 February 1994
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Alamat Sekarang : Jalan Marelan VII Lingk-04 Kel. Tanah 600 Medan
Nomor KTP : 1271122302940002
Alamat KTP : Jalan Marelan VII Lingk-04 Kel. Tanah 600 Medan
No. Telp Rumah : -
No. HP/Telp Seluler : 082276239537
E-mail : arief.prasetya@ymail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1307220044
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SD Negeri 064994 Medan	2006
2	SMP	SMP Negeri 11 Medan	2009
3	SMA	SMA Negeri 16 Medan	2012
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2013 sampai selesai.		

