



**RANCANG BANGUN TEKNOLOGI
PEMURNI AIR**

SKRIPSI

Oleh

ANGGARA TRISNA NUGRAHA

NIM 111910201063

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**RANCANG BANGUN TEKNOLOGI
PEMURNI AIR**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**ANGGARA TRISNA NUGRAHA
NIM 101910201063**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas kasih setia-Nya yang telah melimpahkan segala rahmat yang tak ternilai, sehingga bisa terlaksana penyelesaian penelitian yang saya lakukan ini.

Akhirnya, kupersembahkan tugas akhir ini untuk :

1. Kedua Orangtuaku Ibu Ismatul Mas'adah dan Bapak Syaiful Anam yang telah membesarkan, mendidik, mendoakan tiada henti, memberi motivasi semangat, menitikkan air mata dan memberi kasih sayang yang tak pernah habis serta pengorbanannya selama ini,
2. Adikku tersayang Andalusia Trisna Salsabila yang senantiasa memberi semangat dan doa,
3. Terimakasih Bapak Agung Prawira Negara dan Bapak Widjonarko selaku dosen pembimbing yang telah membimbing saya menyelesaikan tugas akhir ini,
4. Terimakasih Bapak Bambang Supeneo dan Bapak Satriyo Budi Utomo selaku dosen penguji yang sudah memberikan saran untuk memperbaiki tugas akhir ini,
5. Terimakasih Bapak Samsul Bachri selaku dosen pembimbing akademik yang selalu membimbing dan memberi motivasi dari awal semester 1,
6. Terimakasih juga buat Mas Yoga Bengkel J-Creator Electronics, Natanael, Fitian, Riski, Rokhim, Rahmanu, kontrakan U2, Asisten Lab Sistem Kendali yang selalu mendukung pengerjaan skripsi saya.
7. Teman-teman Teknik Elektro Universitas Jember angkatan 2011 yang tidak mungkin untuk disebut satu per satu. Terimakasih atas persahabatan yang takakan pernah terlupakan, dukungan serta semangat yang tak henti kepada penulis.
8. Almamater Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada keringanan. Karena itu bila kau sudah selesai
(mengerjakan yang lain). Dan berharaplah kepada Tuhanmu.

(terjemahan Surat Al-Insyirah ayat 6-8)^{*})

Sesungguhnya Allah tidak mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang
mengubah apa-apa yang pada diri mereka.

(terjemahan QS. Ar Ra'du ayat 11)^{**)}

Anda tidak bisa mengubah orang lain, Anda harus menjadi perubahan yang Anda
harapkan dari orang lain.

(Mahatma Gandhi)^{***)}

Seekor burung hantu yang bijaksana duduk di sebatang dahan. Semakin banyak ia
melihat, semakin sedikit ia berbicara. Semakin sedikit ia berbicara, semakin banyak ia
mendengar.^{****)}

Seperti Ikan Berenang, Pantang Mundur ke Belakang.^{*****)}

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anggara Trisna Nugraha

NIM : 111910201063

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ”Rancang Bangun Teknologi Pemurni Air” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Juni 2015

Yang menyatakan

Anggara Trisna Nugraha
NIM111910201063

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN TEKNOLOGI
PEMURNI AIR**

Oleh

Anggara Trisna Nugraha
NIM 111910201063

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Moh. Agung Prawira Negara, S.T.,M.T.
Dosen Pembimbing Anggota : Widjonarko, S.T.,M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Rancang Bangun Teknologi Pemurni Air” : Anggara Trisna Nugraha, 111910201063 ” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Jumat
Tanggal : 26 Juni 2015
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Moh. Agung Prawira Negara, S.T.,M.T.
NIP. 19871217 201212 1 001

Widjonarko, S.T., M.T.
NIP 19710908 199903 1 001

Penguji I

Penguji II,

Bambang Supeno, S.T.,M.T.
NIP 19690630 199512 1 001

Satriyo Budi Utomo, S.T.,M.T
NIP 19850126 200801 1 002

Mengesahkan
Dekan
Fakultas Teknik
Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 19610414 198902 1 001

Anggara Trisna Nugraha¹, Moh. Agung Prawira Negara, S.T.,M.T.², Widjonarko, S.T.,M.T.³
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember (UNEJ)
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

Abstrak

Air merupakan kebutuhan pokok manusia. Ada beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui kualitas air, yaitu parameter fisik, parameter kimia, dan parameter biologi. Melihat kondisi ketersediaan air dengan kualitas baik yang mulai berkurang, maka perlu adanya *water treatment* sebelum air layak digunakan. Oleh karena itu pada penelitian ini dibuat perancangan alat ukur digital yang lebih efektif untuk mengukur kualitas air dari segi PH dan kejernihan air. Perancangan alat berupa filtrasi alami dan alat pengukur PH. Penelitian ini menggunakan beberapa sampel air yaitu air hujan dan air sumur dari lokasi yang berbeda. Berdasarkan hasil pengujian, alat bekerja efektif dengan nilai pH yang sejak awal sudah pada range standard (6,5-9) setelah dilakukan 4 kali filtrasi yaitu berkisar antara 6,82-7,60 sehingga, nilai pH air akan tetap terjaga dalam kondisi layak pakai. Untuk pH kategori asam maupun basa memerlukan proses secara berulang kali untuk mendapatkan nilai sesuai standar layak pakai. Sedangkan nilai kejernihan air yang memang kondisi sejak awal bersih dan ketika terfiltrasi menghasilkan nilai berkisar 1,14-2,98 sehingga air tetap terjaga pada kondisi bersih.

Kata Kunci : *Filtrasi, Nilai Kejernihan, Nilai pH, Water Treatment.*

Anggara Trisna Nugraha¹, Moh. Agung Prawira Negara, S.T.,M.T.², Widjonarko, S.T.,M.T.³
Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Jember University (UNEJ)
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

Abstract

Water is a basic human needs. There are several parameters that can be used to determine the water quality, such as the physical parameters, chemical parameters and biological parameters. Seeing the availability of good quality water began to decrease, then the water treatment is very important before the water is used. Hence in this research a design of digital measuring tools is made to measure water quality in terms of pH and water clarity. A tool design is in the form of natural filter and pH gauges. This research uses some samples of water such as rain water and well water from different locations. Based on test results, the tool work effectively with a pH value that has been in the standard range (6,5 to 9) from the beginning, after filtration 4 times ranging from 6.82 to 7.60 with the result that pH value of water will be maintained in feasible condition to be used. Acidic or alkaline pH category requires repeatedly process to obtain the appropriate standard value that worth taking. While water clarity is clean from the beginning and when it is filtered to produce a value ranging from 1,14 to 2,98 so that the water is maintained in a clean condition.

Keywords : *Filtration , pH Value , Value clarity, Water Treatment*

RINGKASAN

RANCANG BANGUN TEKNOLOGI PEMURNI AIR; Anggara Trisna Nugraha, 111910201063; 2011; 108 Halaman; Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Air merupakan kebutuhan pokok manusia. Dalam sehari-hari air selalu digunakan untuk minum, mandi, mencuci, dan kebutuhan yang lain. Namun pada kenyataannya masih banyak daerah di Indonesia yang mengalami krisis air. Kriteria kualitas air telah dibakukan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.20 Tahun 1990. Pada wilayah Kota Jember juga mengalami krisis air ketika mengalami musim kemarau panjang. solusi yang tepat pada wilayah Kota Jember agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat terkait ketersediaan air bersih. Oleh karena itu terciptalah sebuah ide membuat alat ukur digital untuk mengukur parameter air dari segi PH dan kejernihan, serta penggunaan filter alami dan kontrol level air sebagai sistem otomasi. Tujuan penelitian tersebut untuk mengetahui indikator kadar air bersih yang dapat dijadikan sebagai salah satu referensi kelayakan air serta dapat menciptakan prototipe alat yang lebih efektif dan dapat diimplementasikan pada perancangan teknologi pemurni air.

Rancang bangun teknologi pemurni air difokuskan pada pengukuran nilai pH dan kejernihan pada air layak pakai. Nilai pH dinyatakan layak antara 6,5-8 serta nilai kejernihan kurang lebih 25NTU. Pada rancang bangun tersebut terdiri dari 3 bagian. Bagian pertama terdapat, sensor pH, sensor kejernihan, sensor *level* air, elektrolisa dan pompa. Bagan pertama digunakan untuk mengisi air pertama dan dilakukan pengambilan nilai pH awal dan nilai kejernihan awal sebagai acuan pembanding setelah difilter. Pada bagian kedua terdapat filter. Filter tersebut berisikan pasir silika, zeolit, antrasit dan arang aktif serta terdapat sensor *level* air. Kemudian bagian bagan terakhir terdapat sensor pH, sensor kejernihan, sensor level

air, lampu uv dan pompa. Bagan 3 adalah tempat hasil dari filter tersebut dan dilakukan pengambilan data pH dan kejernihan. Kemudian dilakukan perbandingan nilai apakah sebelum dan sesudah difilter apakah semakin baik atau sebaliknya.

Sebelum dilakukan pengujian sensor yang digunakan baik pH dan sensor kejernihan harus dilakukan kalibrasi dengan alat yang sudah paten. Sehingga titik acuan tidak berubah dan berbeda dengan alat aslinya. Pengujian difokuskan pada wilayah Kota Jember. Benda uji yang digunakan adalah air sumur beda tempat, air PDAM beda Aliran dan air hujan. Penelitian tersebut dilakukan sebanyak 4 kali perulangan kemudian disetiap dilakukan perulangan nilai yang keluar pada bagian akhir akan dibandingkan dengan nilai yang ditampilkan pada awal masuk. Sehingga dari cara tersebut dapat diketahui efektif atau tidaknya filter tersebut.

Pada pengujian air sumur didapatkan berbagai macam kondisi yaitu kondisi asam, basa dan netral. Pada pengujian air hujan yang memiliki nilai awal sebesar 4,02 yang masuk kategori air asam juga berhasil dijadikan air layak pakai sebesar 7,03 pada hasil filter yang terakhir. Dan air PDAM wilayah Kota Jember tersebut dapat kita lihat bahwa air tersebut memang sejak awal sudah bernilai pH netral atau pH yang memang sudah disiapkan untuk warga Kota Jember untuk layak pakai sehingga pada pengambilan nilai awal dari beberapa PDAM tersebut air berada pada *range* pH 7 dan ketika di filter, filter tersebut menjaga nilai pH agar tetap pada kondisi layak pakai. Begitu pula pada sensor kejernihan semua benda uji baik air sumur, air hujan dan air PDAM sejak awal memang jernih dan ketika dilakukan pengujian alat tersebut, hasil awal sebelum dilakukan filtrasi menghasilkan nilai kejernihan antara 4-2. Ketika sudah dilakukan filtrasi dengan mengambil 4kali perlakuan filtrasi, alat tersebut mampu menjaga kestabilan tingkat kejernihan semua air yang diuji. Pada saat pengujian pada air yang berada pada kondisi ekstrim yaitu asam (dibawah 4,5) maupun basah (diatas 9) memerlukan proses secara berulang kali untuk mendapatkan nilai sesuai standar layak pakai Perancangan dan implementasi teknologi pemurni air ini bekerja dengan baik.

PRAKATA

Puji Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Teknologi Pemurni Air”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,
2. Dr. Triwahju Hardianto, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember,
3. Moh Agung Prawira Negara, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama,
4. Widjonarko, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota,
5. Bambang Supeno, S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji Utama,
6. Satriyo Budi Utomo, S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji Anggota,
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, 26 Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAH	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Air	4
2.1.1 Syarat Kuantitas Air Bersih	4
2.1.2 Syarat Kualitas Air Bersih	5
2.2 Filtrasi	7
2.3 Adsorben	8
2.3.1 <i>Adsorben</i> Karbon	9

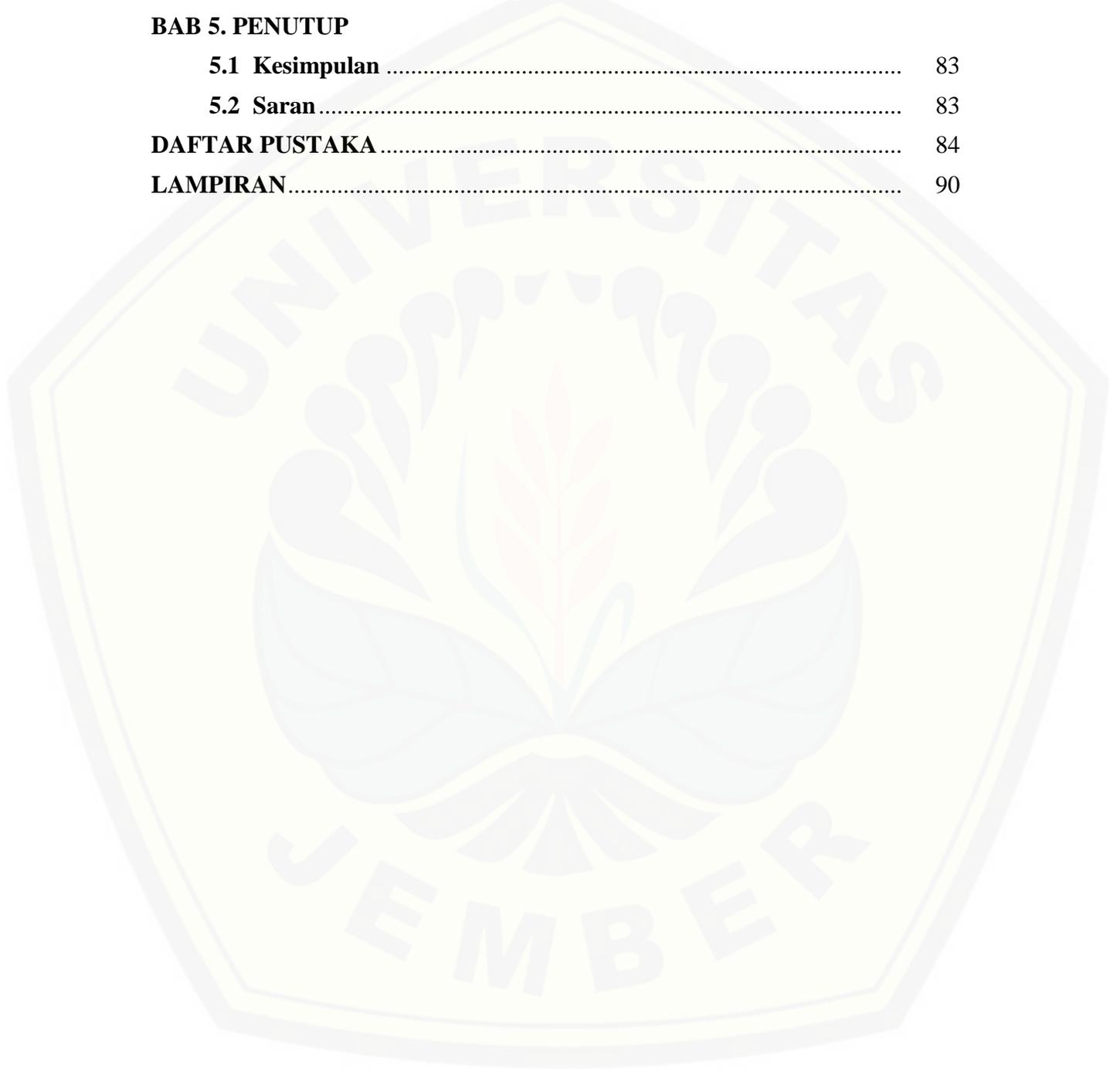
2.3.2 Zeolit (<i>Molecular Sieve</i>)	9
2.3.3 <i>Antracite</i>	12
2.3.4 Pasir Silika dan Pasir Aktif	13
2.4 Arduino Uno	14
2.4.1 Fitur-fitur	15
2.4.2 Daya	16
2.4.3 Memori	16
2.4.4 <i>Input dan Output</i>	17
2.4.5 Komunikasi	18
2.5 Ultrasonik HC-SR04	18
2.6 LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>)	22
2.6.1 Simbol Foto-resistor/LDR	23
2.6.2 Karakteristik LDR	23
2.6.3 Mekanisme Foto-resistor / LDR	24
2.6.4 Prinsip Kerja LDR	24
2.6.5 Aplikasi Foto-resistor / LDR	25
2.6.6 Rangkaian Elektronik Foto-resistor / LDR	25
2.7 Sensor Keasaman (pH)	27
2.8.1 Larangan Penggunaan pH	30
2.8.2 Modul pH <i>Value V1.1</i>	31
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	34
3.2 Alat Dan Bahan Penelitian	34
3.2.1 <i>Hardware</i>	34
3.2.2 <i>Software</i>	34
3.3 Tahap Penelitian	35
3.4 Desain Penelitian	35
3.4.1 Diagram Blok Alat.....	35
3.4.2 <i>Flowchart</i>	36

3.4.3 Skema Rangkaian Arduino Uno R3	38
3.4.4 Rangkaian <i>Liquid Crystal Display</i> 16x4	39
3.4.5 Rangkaian <i>Relay</i>	40
3.4.6 Rangkaian Op-Amp	40
3.4.7 Rangkaian <i>Power Supply</i>	41
3.4.8 Rangkaian Sensor Kejernihan	42
3.4.9 Rangkaian Secara Keseluruhan	42
3.4.10 Rancangan Penyangga Alat	43
3.4.11 Perancangan Bagan Alat 1	44
3.4.12 Perancangan Bagan Alat 2	44
3.4.13 Perancangan Bagan Alat 3	45
3.4.14 Perancangan Alat Keseluruhan	46
3.4.15 Perancangan Bagan Alat 1 Telah Diimplementasikan	46
3.4.16 Perancangan Bagan Alat 2 Telah Diimplementasikan	47
3.4.17 Perancangan Bagan Alat 3 Telah Diimplementasikan	48
3.4.18 Rancangan Alat Keseluruhan Telah Diimplementasikan	49
3.5 Proses Kalibrasi	50
3.5.1 Proses Kalibrasi Sensor pH	50
3.5.2 Proses Kalibrasi Sensor Level Air (<i>Ultrasonic HC-SR 04</i>) ..	53
3.5.3 Proses Kalibrasi Sensor Kejernihan	54

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Perangkat Keras (Hardware)	56
4.1.1 Pengujian Filter Air	56
4.1.2 Sensor <i>Level</i> Ketinggian Air (<i>Ultrasonic HC-SR 04</i>)	59
4.1.3 Sensor Derajat Keasaman (pH)	61
4.1.4 Pengujian Sensor Kejernihan	65
4.2 Pengujian Alat Secara Keseluruhan	70
4.2.1 Menggabungkan Blok Rangkaian	70
4.2.2 Implementasi Rancang Bangun Teknologi Pemurni Air	71

4.2.2 Pengujian Kondisi pH Air	78
4.2.3 Pengujian Kondisi Kejernihan Air	81
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	90



DAFTAR TABEL

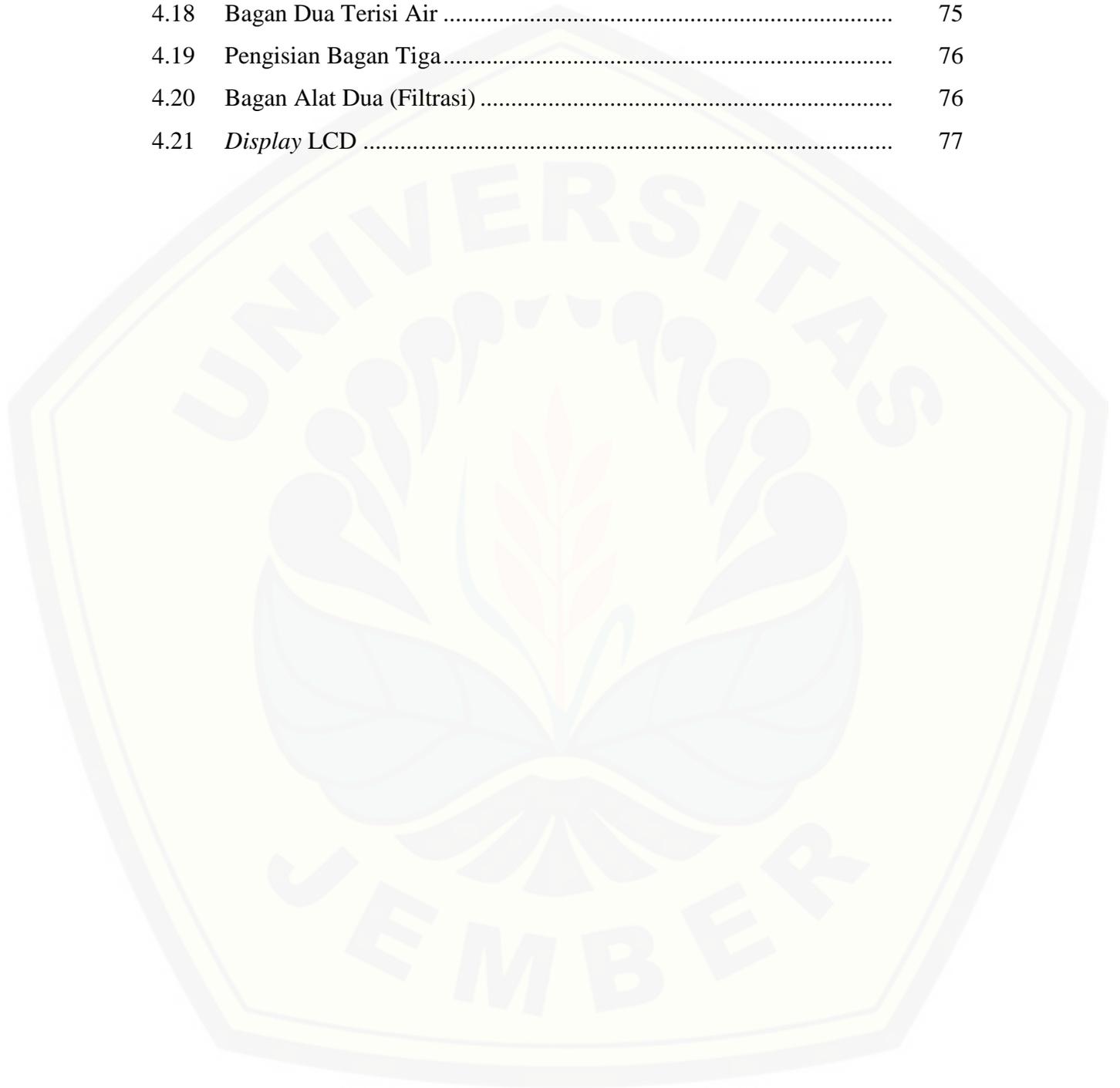
	Halaman
2.1 Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih.....	5
2.2 Data Sheet Ultrasonik HC SR04.....	20
2.3 Kadar Asam Basah.....	31
2.4 Konversi Hasil Keluaran <i>Output</i> ke nilai pH.....	33
3.1 Hasil Kalibrasi Dengan Menggunakan Buffer pH 7.....	51
3.2 Hasil Tingkat <i>Error</i> % Dengan Menggunakan Buffer pH 7.....	52
3.3 Hasil Kalibrasi Sensor HC-SR 04.....	53
3.4 Hasil Kalibrasi Dengan Menggunakan Air Bersih Bernilai 2 NTU.....	54
3.5 <i>Error</i> Persen Menggunakan Air Bersih Bernilai 2 NTU.....	55
4.1 Hasil Uji Bahan Filter Menggunakan Turbidi Meter.....	57
4.2 Pengujian Sensor HC-SR 04.....	60
4.3 Pengujian Dengan Menggunakan <i>Buffer</i> pH 4.....	62
4.4 Pengujian Dengan Menggunakan <i>Buffer</i> pH 8.....	63
4.5 Pengujian Dengan Menggunakan <i>Buffer</i> pH 9.....	64
4.6 Uji Sensor Kejernihan Dengan Air Bersih.....	66
4.7 Uji Sensor Kejernihan Dengan Air Dengan Tinta Hitam 1ml.....	67
4.8 Uji Sensor Kejernihan Dengan Air Dengan Tinta Hitam 2ml.....	68
4.9 Uji Sensor Kejernihan Dengan Air Dengan Tinta Hitam 3ml.....	69
4.10 Uji Kondisi Nilai Kadar pH Pada Sampel Air Uji.....	80
4.11 Uji Kondisi Nilai Kadar Kejernihan Pada Sampel Air Uji.....	81

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Karbon Aktif	9
2.2 Zeolit	11
2.3 <i>Board Arduino Uno</i>	14
2.4 Skematik Arduino Uno.....	15
2.5 HC-SR04	19
2.6 Diagram Sinyal Ultrasonik	20
2.7 Siklus Pengukuran Untuk Mencegah Sinyal Pemicu Sinyal Echo	21
2.8 a.Simbol LDR.....	23
2.8 b.Bentuk LDR	23
2.9 Saat cahaya LED mengenai LDR.....	25
2.10 a.Rangkaian LDR tanpa Kapasitor.....	26
2.10 b.Rangkaian LDR dengan Kapasitor.....	26
2.11 Skema Elektrode pH Meter	28
2.12 Elektroda pH Meter Modern	29
2.13 Elektroda pH kombinasi.....	30
2.14 Modul pH <i>Value V1.1</i>	32
3.1 Blok Diagram	35
3.2 <i>Flowchart</i>	37
3.3 Sistem Arduino Uno R3	38
3.4 Rangkaian LCD.....	39
3.5 Rangkaian <i>Relay</i>	40
3.6 Rangkaian Rangkaian Op-Amp	40
3.7 Rangkaian <i>Power Supply</i>	41
3.8 Rangkaian Sensor Kejernihan	42
3.8 Rangkaian secara keseluruhan.....	43

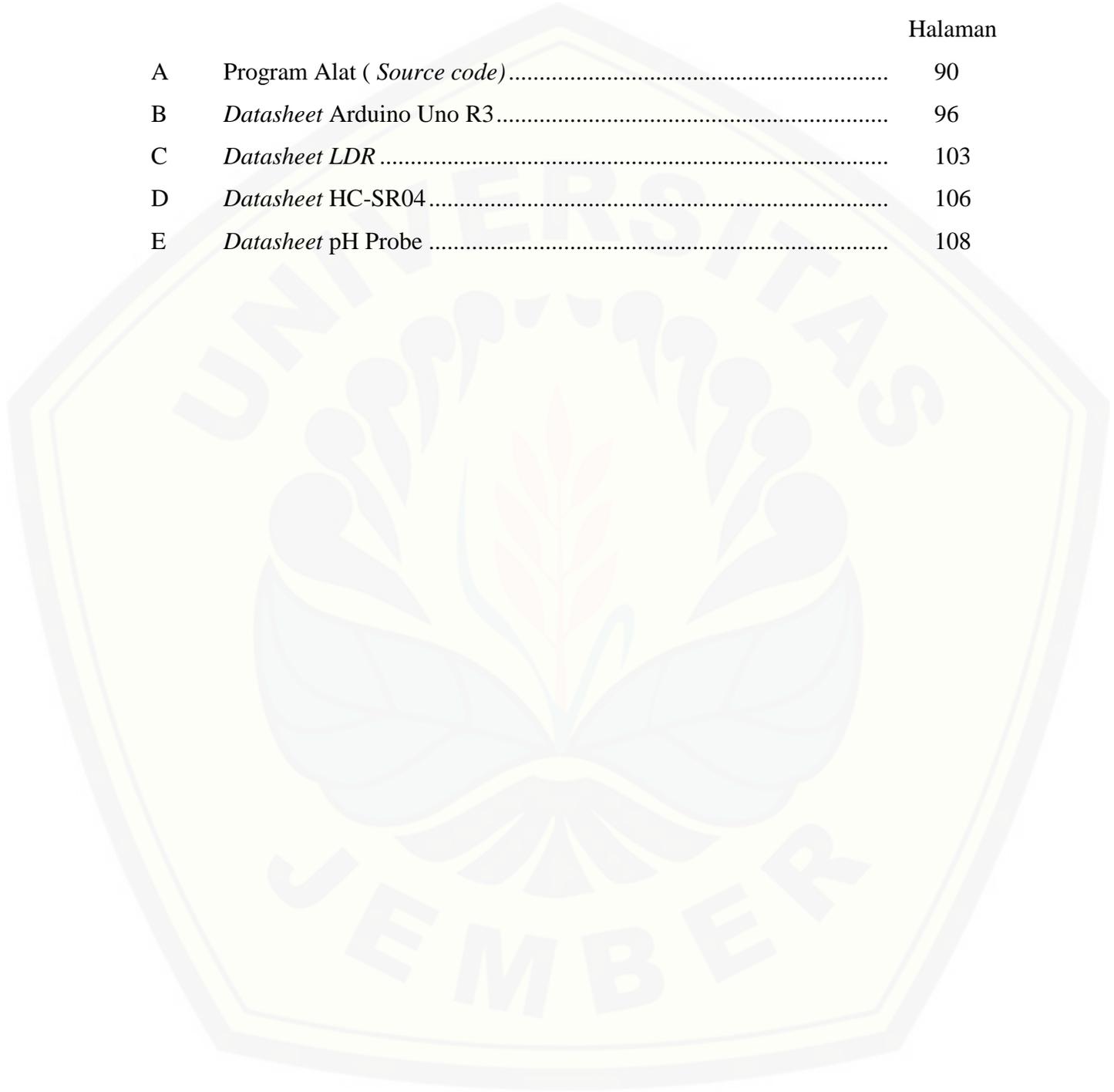
3.9	Rancangan Penyangga Alat.....	43
3.10	Rancangan Bagan 1	44
3.11	Rancangan Bagan 2.....	45
3.12	Rancangan Bagan 3.....	45
3.13	Perancangan Keseluruhan	46
3.14	Hasil Perancangan Bagan 1	47
3.15	Hasil Perancangan Bagan 2	48
3.16	Hasil Perancangan Bagan 3	49
3.17	Perancangan Keseluruhan.....	50
3.18	Grafik Hubungan Pengukuran Terhadap Nilai ADC Dan pH.....	51
3.19	Hasil nilai ADC Dan pH Yang Terukur.....	52
3.20	Grafik Hubungan Pengukuran Terhadap Nilai ADC Dan Turbidi	54
4.1	Turbidi Meter	58
4.2	Siklus Pengukuran, Mencegah Sinyal Pemicu Sinyal Echo	59
4.3	Hasil Pengujian <i>Buffer</i> pH 4.....	62
4.4	Hasil Pengujian <i>Buffer</i> pH 8.....	64
4.5	Hasil Pengujian <i>Buffer</i> pH 9.....	65
4.6	Uji Air Bersih Dengan Sensor Kejernihan	66
4.7	Uji Air Menggunakan Tinta Hitam 1ml Dengan Sensor Kejernihan .	67
4.8	Uji Air Menggunakan Tinta Hitam 2ml Dengan Sensor Kejernihan .	68
4.9	Uji Air Menggunakan Tinta Hitam 3ml Dengan Sensor Kejernihan .	69
4.10	Rangkaian Elektronika Secara Keseluruhan	70
4.11	Perancangan Teknologi Pemurni Air	71
4.12	Tandon Air Utama.....	72
4.13	Bagan Alat Pertama.....	72
4.14	Pengisian Bagan Pertama	73
4.15	<i>Stop</i> Kontak.....	74
4.16	<i>Box</i> Kontrol Alat.....	74

4.17	Bagan Alat Dua (Filtrasi)	75
4.18	Bagan Dua Terisi Air	75
4.19	Pengisian Bagan Tiga.....	76
4.20	Bagan Alat Dua (Filtrasi)	76
4.21	<i>Display</i> LCD	77



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A Program Alat (<i>Source code</i>).....	90
B <i>Datasheet</i> Arduino Uno R3.....	96
C <i>Datasheet</i> LDR	103
D <i>Datasheet</i> HC-SR04.....	106
E <i>Datasheet</i> pH Probe	108



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan pokok manusia. Dalam sehari-hari air selalu digunakan untuk minum, mandi, mencuci, dan kebutuhan yang lain. Namun pada kenyataannya masih banyak daerah di Indonesia yang mengalami krisis air. Khususnya di daerah Jawa Timur, musim kemarau yang berkepanjangan menyebabkan banyak daerah yang kekeringan, tercatat terdapat 15 daerah yang mengalami krisis air bersih pada musim kemarau, contohnya adalah di daerah Madura dan Bojonegoro. Di daerah-daerah tersebut terkadang penduduk sampai harus menggunakan air sumur galian ataupun air sungai untuk kebutuhan sehari-hari, padahal kedua air tersebut kurang memenuhi standar air bersih.

Ada beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui kualitas air, yaitu parameter fisik, parameter kimia, dan parameter biologi. Parameter fisik dapat dilihat dari unsur yang berhubungan dengan indra manusia misal kekeruhan, warna, dan bau. Parameter kimia merupakan keberadaan beberapa unsur senyawa kimia dalam air seperti Fe, Mg, Ca, dsb. Sedangkan parameter biologi dilihat berdasarkan adanya mikroorganisme di dalam air. Kriteria kualitas air telah dibakukan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.20 Tahun 1990.

Kondisi di atas memerlukan sebuah solusi yang tepat pada wilayah Kota Jember agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat terkait ketersediaan air bersih. Oleh karena itu sebagai solusi dari permasalahan tersebut maka perlu ada sentuhan teknologi pengolahan air yang murah dan sederhana untuk skala rumah tangga, yang dapat digunakan secara mandiri oleh masyarakat itu sendiri. Saat ini sudah cukup banyak *water treatment* skala rumah tangga yang tersebar di masyarakat dengan

menggunakan berbagai macam sistem filtrasiisasi yang berbeda-beda. Seperti halnya pada penelitian yang sudah telah dilakukan Nugraha dan Musyafa' (2012:1) menyatakan, dimana melakukan analisa terhadap pengaruh laju aliran air pada *water treatment* yang menggunakan sistem filtrasi tertentu. Kemudian menurut penelitian yang dilakukan oleh Lazuardi (2011:1), perancangan dan pembuatan pengatur PH pada plant model akuarium. Digunakan aksi kontrol proporsional menghasilkan aksi kontrol yang direspon oleh aktuator Asam-Basa dengan menginjeksi larutan Asam-Basa ke dalam *plant* model akuarium. Pada penelitian yang dilakukan oleh Manik *et al.* (2011:1) menyatakan, merancang suatu alat yang dapat mengukur suatu kekeruhan air dengan sensor yang dapat menembus air.

Dari penelitian yang sudah dilakukan tentang *water treatment* dengan banyak model dari segi filtrasi, sensor serta metode yang digunakan. Oleh karena itu terciptalah sebuah ide membuat alat ukur digital untuk mengukur parameter air dari segi PH dan kejernihan, serta penggunaan filtrasi alami dan kontrol level air sebagai sistem otomasi. Sehingga diharapkan mendapatkan hasil yang lebih maksimal dan menjadikan kualitas air yang lebih baik lagi dari segi rasa, bau dan kejernihan.

1.2 Rumusan Masalah

Bedasarkan latar belakang diatas maka ada beberapa hal yang menjadi rumusan masalah antara lain:

1. Bagaimana cara mengimplementasikan setiap bagian pada rancang bangun teknologi pemurni air?
2. Bagaimana cara membuat perancangan teknologi pemurni air?
3. Bagaimana hasil pengujian alat berdasarkan kondisi pH dan kejernihan sesuai dengan kondisi air layak pakai?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari beberapa rumusan masalah yang telah disebutkan maka memiliki beberapa tujuan diantaranya :

1. Untuk menciptakan prototipe alat yang lebih efektif dalam perancangan teknologi pemurni air.
2. Bisa meimplimentasikan setiap bagian pada perancangan teknologi pemurni air.
3. Membantu mengetahui indikator kadar air bersih yang dapat dijadikan sebagai salah satu referensi kelayakan air.

1.4 Batasan Masalah

Dari latar belakang, rumusan masalah dan tujuan yang telah disebutkan, agar pembahasan tidak terlalu luas maka diperlukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Hanya digunakan pada air hujan, air sumur dan PDAM.
2. Indikator parameter hanya menggunakan pada tingkat kekeruhan air dan PH.
3. Filtrasi menggunakan elektrolisa yang akan memunculkan partikel – partikel yang terkandung di dalam air dan bahan alami yang sudah tertera dan digunakan.
4. Lampu uv hanya digunakan sebagai penyinaran saja agar dapat mematikan kuman maupun bakteri.

1.5 Manfaat

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat bagi pembaca diantaranya sebagai bahan *study* perbandingan. Penelitian ini juga memberikan pengetahuan dan pemahaman yang lebih mendalam mengenai perkembangan teknologi ramah lingkungan dan mengetahui perkembangan *water treatment*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum, dimana persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologis dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Ketentuan Umum Permenkes No.416 / Menkes / PER / IX / 1990). Air harus memenuhi syarat-syarat agar air tersebut layak dikonsumsi dan dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan air pada masa sekarang dan pada masa mendatang (Suriawiria, 2003).

Syarat-syarat tersebut adalah:

- a. Syarat kuantitas air bersih
- b. Syarat kualitas air bersih
- c. Syarat kontinuitas air bersih

2.1.1 Syarat Kuantitas Air Bersih

Syarat kuantitas air bersih artinya air bersih harus memenuhi standar yang disebut standar kebutuhan air. Standar kebutuhan air adalah kapasitas air yang dibutuhkan secara normal oleh manusia untuk memenuhi hajat hidupnya sehari-hari. Standar kebutuhan air diperhitungkan berdasarkan pengamatan pemakaian air bersih dalam kehidupan sehari-hari para konsumen. Kuantitas air bersih harus dapat dimaksimalkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada masa sekarang dan masa mendatang. Standar kebutuhan air ada dua macam yaitu:

a. Standar Kebutuhan Air Domestik

Standar kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air bersih yang digunakan pada tempat- tempat hunian pribadi untuk memenuhi hajat hidup sehari-hari, seperti pemakaian air untuk minum, mandi, dan mencuci. Satuan yang dipakai adalah liter/orang/hari.

b. Standar Kebutuhan Air Non Domestik

Standar kebutuhan air non domestik yaitu kebutuhan air bersih di luar keperluan rumah tangga. Kebutuhan air non domestik antara lain:

- a. Penggunaan komersial dan industri yaitu penggunaan air oleh badan-badan komersial dan industri-industri
- b. Penggunaan umum yaitu penggunaan air untuk bangunan-bangunan atau fasilitas umum, misalnya rumah sakit, sekolah-sekolah, dan rumah ibadah

2.1.2 Syarat Kualitas Air Bersih

Syarat kualitas air bersih artinya air harus memenuhi syarat-syarat yang mencakup sifat-sifat fisika dan sifat-sifat kimia. Berikut ini daftar persyaratan kualitas air bersih :

Tabel 2.1 Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih

Kelas	Parameter	Satuan	Kadar Max	Keterangan
A	Fisika			
	Suhu	C	Suhu Udara +/- 3	
	Rasa	-	-	Tidak Berasa
	Kekeruhan	Skala NTU	25	
	Jumlah Zat Terlarut	Mg/l	1500	
	Bau	-	-	Tidak Berbau
	Warna	Skala TCU	50	
B	Mikrobiologi			
	Total Koliform (MPN)		Per 100 ml	50
C	Radioaktivitas			
	Aktivitas Alpha (<i>Gross Alpha Activity</i>)	Bg/L	0.1	

Kelas	Parameter	Satuan	Kadar Max	Keterangan
	Total Koliform (MPN)		Per 100 ml	50
	Aktivitas Gamma (Gross Gamma Activity)	Bg/L	1	
D	Kimia			
D1	Kimia Anorganik			
	pH	Mg/l	6,5-9,0	
	Air Raksa	Mg/l	0,001	
	Arsen	Mg/l	0,05	
	Besi	Mg/l	1	
	Fluorida	Mg/l	1,5	
	Kadmium	Mg/l	0,005	
	Kesadahan CaCO ₂	Mg/l	500	
	Khlorida	Mg/l	600	
	Kromium Valensi 6	Mg/l	0,05	
	Mangan	Mg/l	0,5	
	Nitrat, Sebagai N	Mg/l	10	
	Nitrit, Sebagai N	Mg/l	1	
	Selenium	Mg/l	0,01	
	Seng	Mg/l	1,5	
	Sianida	Mg/l	0,1	
	Sulfat	Mg/l	400	
	Timbal	Mg/l	0,05	
D2	Kimia Organik			
	Aldrin dan Dieldrin	Mg/l	0,0007	
	Benzene	Mg/l	0,01	
	Benzo (a) Pyrene	Mg/l	0,00001	
	Chloroform	Mg/l	0,03	
	2,4-D	Mg/l	0,1	
	Detergen	Mg/l	0,5	
	1,2 Dichloroethane	Mg/l	0,01	
	1,1 Dichloroethane	Mg/l	0,0003	
	Hexachlorbenzene	Mg/l	0,00001	
	Gamma-HCH (Lindane)	Mg/l	0,004	
	Metoxychlor	Mg/l	0,1	
	Pentachlorophenol	Mg/l	0,01	
	Pestisida Total	Mg/l	0,1	
	2,4,6-trichlorophenol	Mg/l	0,01	
	Zat organik (kmnO ₄)	Mg/l	10	

(Sumber : Ditjen Cipta Karya Dep.PU)

Keterangan :

- a. Bq : *Bequerel*
- b. NTU : *Nephelometrik Turbidity Unit*
- c. TCU : *True Colour Limits*

Syarat kualitas air bersih yang mencakup sifat-sifat biologis tidak dicantumkan dengan anggapan bahwa bakteri dan kuman penyakit dapat dihilangkan dengan memasak air hingga + 110 C.

2.2 Filtrasi

Proses filtrasi merupakan penyaringan *suspended solid* dan *koloidal solid* dari air baku menggunakan media berpori seperti pasir, antrasit, garnet. Fungsi utama dari unit filtrasi adalah menyaring semua flok-flok halus yang tidak terendapkan pada unit sedimentasi.

Proses filtrasi air baku dapat dilakukan tanpa didahului oleh koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi bila kekeruhan air baku kecil dari 10 NTU. Jenis-jenis filter menurut jumlah media yang digunakan:

- a. Saringan media tunggal
- b. Saringan media ganda
- c. Saringan multi media

Karakteristik butiran media adalah faktor penentu efisiensi proses filtrasi. Ukuran media yang efektif didapatkan dengan menentukan nilai *effective size* (ES), yaitu ukuran ayakan yang melewatkan 10% berat pasir, dan *uniformity coefficient* (UC), yaitu ukuran ayakan yang melewatkan 60% berat pasir.

Berdasarkan kecepatan penyaringan, *unit filter* dibagi atas dua bagian, yakni:

- a. Saringan Pasir Lambat (digunakan apabila kekeruhan air baku < 10 NTU).
- b. Saringan Pasir Cepat (digunakan apabila kekeruhan air baku > 10 NTU).

Bila unit filtrasi menggunakan media lebih dari satu maka diusahakan agar kedua media memiliki kecepatan pengendapan yang berbeda dimana media paling bawah

memiliki berat yang lebih sehingga lebih cepat mengendap, sehingga media tidak tercampur pada saat pencucian (*backwash*). Pencucian filter (*backwash*) dilakukan setiap hari dengan pompa *backwash* atau menggunakan tekanan air *reservoir* yang disambungkan ke pipa *backwash* filter melalui jalur *by-pass*. Keuntungan dari sistem yang kedua adalah efisien dalam operasional dan pemeliharaan dimana tidak dibutuhkan pompa *backwash*, energi listrik, dan perawatan pompa. Sistem ini biasanya digunakan jika perbedaan elevasi antara intake dan instalasi pengolahan cukup besar.

2.3 Adsorben

Kebanyakan zat pengadsorpsi atau *Adsorben* adalah bahan-bahan yang sangat berpori, dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau pada daerah tertentu di dalam partikel itu. Karena pori-pori *Adsorben* biasanya sangat kecil, maka luas permukaan dalamnya menjadi beberapa kali lebih besar dari permukaan luar. *Adsorben* yang telah jenuh dapat diregenerasi agar dapat digunakan kembali untuk proses adsorpsi. (J.Kodoatie, dkk, 2010) Syarat-syarat *Adsorben* yang baik, antara lain :

- a. Mempunyai daya jerap yang tinggi.
- b. Berupa zat padat yang mempunyai luas permukaan yang besar.
- c. Tidak boleh larut dalam zat yang akan diadsorpsi.
- d. Tidak boleh mengadakan reaksi kimia dengan campuran yang akan dimurnikan.
- e. Dapat diregenerasi kembali dengan mudah.
- f. Tidak beracun.
- g. Tidak meninggalkan residu berupa gas yang berbau.
- h. Mudah didapat dan harganya murah.

2.3.1 Adsorben Karbon

Adsorben karbon seperti karbon aktif, kokas aktif, *carbon molecular sieve* adalah bahan padat berpori tinggi dimana karena sifat permukaan menyebabkan terakumulasinya bahan organik dan non polar. *Adsorben* karbon diproduksi dari bahan organik seperti kayu, kokas petroleum, gambut, batu bara, cangkang kelapa sawit, antrasit, inti plum, cangkang kelapa, sekam padi, lignin, serbuk gergaji, benih sekam, tulang, dan lain-lain.

Karbon aktif merupakan jenis *Adsorben* yang paling terkenal dan banyak digunakan dalam pengolahan air limbah. Proses pembuatan karbon aktif terdiri dari dehidrasi, karbonisasi bahan baku dan aktivasi. Proses karbonisasi mengubah bahan organik menjadi karbon primer dimana merupakan campuran abu, tar, karbon amorphous, dan kristal karbon. Selama karbonisasi, produk yang terdekomposisi/tar terdeposisi di pori-pori, kemudian dihilangkan pada proses aktivasi. Aktivasi terdiri dari dua proses, yaitu pemanasan yang menyebabkan dekomposisi produk (tar) yang amorphous dan perbesaran ukuran pori.



Gambar 2.1 Karbon Aktif

2.3.2 Zeolit (*Molecular Sieve*)

Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka 3 dimensi. Mineral zeolit dapat dijumpai pada batuan sedimen vulkanik yang sudah berubah (batu zeolit

dan tufa zeolit) maupun batuan metamorf tingkatan rendah (metatufa zeolitik/batu hijau).

Ada dua jenis zeolit yaitu zeolit alam dan zeolit sintetis. Zeolit alam terbentuk karena adanya proses perubahan alam (zeolitisasi) dari batuan vulkanik tuf, sedangkan zeolit sintetis direkayasa oleh manusia. Pada dasarnya zeolit alam sudah dapat digunakan sebagai pengadsorpsi (*Adsorben*) yang baik karena struktur berongga dan pori - pori yang bentuknya seragam serta luas permukaan zeolit yang besar.

Zeolit merupakan material yang sering digunakan sebagai *ion exchanger* dalam usaha mengurangi kesadahan air dan juga untuk menghilangkan kation maupun anion secara komplet yang biasa disebut “deionisasi”. Zeolit terdiri dari kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah yang dapat dipertukarkan dengan ion lain tanpa merusak struktur zeolit. Zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring, penukar ion, penyerap bahan, dan katalisator.

Zeolit adalah kristal silikat dengan rumus kimia $Me_2/nO \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$ ($n = \text{valensi}$) terdiri dari oksida alkali atau logam alkali tanah (Na, K, Ca) dan dikarakterisasi dengan struktur pori dengan dimensi masing-masing pada rentang ukuran molekul. Pemisahan molecular sieve berdasarkan pada ukuran molekul dan bentuk disebabkan ukuran pori yang kecil ($< 1 \text{ nm}$) dan distribusi pori yang sempit. Beberapa spesimen zeolit berwarna putih, kebiruan, kemerahan, coklat karena hadirnya oksida besi atau logam lainnya.

Digunakannya zeolit karena banyak keuntungan, yaitu bebas lumpur dan endapan. biaya cukup murah, bebas dari bahan kimia berbahaya pada efluennya, mudah penanganan bahan-bahan kimianya karena hanya menggunakan NaCl (bila dibandingkan dengan proses kapur soda abu), dapat menghasilkan air dengan kesadahan 0; dimana untuk proses lime soda tidak dapat dicapai, sederhana dalam pengoperasian (pengoperasian seperti pada saringan pasir cepat). Zeolit juga memiliki

kemampuan untuk memisahkan senyawa tar dan cenderung menyerap hidrokarbon menengah (Wahidiyah, 2004).

Kemampuan zeolit sebagai *iron-exchanger* dengan menghasilkan *reactive oxygen species* sudah lama diketahui, terutama yang berkaitan dengan proliferasi kanker, yang dilaporkan dalam berbagai literatur (Rahman dan Hartono, 2004). Pembentukan radikal ini menyebabkan zeolit bisa menurunkan *Escherichia coli* dan kuman lainnya dalam air.

Zeolite alam dapat menurunkan jumlah kuman-kuman dalam air sungai Ciliwung dengan cara mengadsorpsi kuman tersebut. Pemberian dosis zeolit yang meningkat dan kecepatan alir makin lambat, akan menghasilkan jumlah penurunan kuman semakin banyak (Yudhastuti, 1993).

Struktur zeolit dapat dibedakan dalam tiga komponen yaitu rangka aluminosilikat, ruang kosong saling berhubungan yang berisi kation logam dan molekul air dalam *fase occluded*. Sifat kimia zeolit antara lain mengalami hidrasi pada suhu tinggi, sebagai penukar ion, dan mengadsorpsi gas dan uap. Adapun gambar zeolit ditunjukkan pada :



Gambar 2.2 Zeolit

2.3.3 Antracite

Anthracite atau antrasit adalah jenis batubara yang usianya lebih tua dengan karakteristik karbon lebih tinggi dan *volatile matter* (bagian organik batubara yang menguap ketika dipanaskan pada temperature tertentu) lebih rendah dibanding *bituminous*, *lignite*, *brown coal*, berwarna lebih mengkilap. Batuan ini digunakan sebagai media filter untuk *water treatment* sebagai pengganti pasir silika atau digunakan bersama-sama dengan pasir silika. Unsur *carbon* di dalam antrasit mempunyai ketahanan tinggi terhadap air dan bahan kimia. Bentuk kristal antrasit yang menyerupai intan (*diamond*) mempunyai ketahanan fisik bagus terhadap benturan dan gesekan.

Kinerja antrasit sebagai filter media, yaitu:

- a. Menyaring kekeruhan (*turbidity*) berupa material yang tidak larut (*suspended solid*) pada rongga-rongga luar (*void external*). Kinerja antrasit tidak seperti karbon aktif, dimana karbon aktif mengabsorpsi material terlarut (*dissolved solid*) pada rongga-rongga dalam (*void internal*). Agar material terlarut bisa tertangkap antrasit, maka perlu ditreatment lebih dahulu dan diubah menjadi material yang tidak larut.
- b. Menyaring kekeruhan (*turbidity*) lebih banyak. Pasir silika mempunyai bentuk butiran seragam dan lebih berat, sehingga lapisan filter (*filter layer*) menjadi padat dan prosentase rongga-rongga (*void external*) menjadi kurang. Hal ini menyebabkan jumlah kekeruhan yang tersaring menjadi berkurang. Sedangkan butiran-butiran antrasit masing-masing mempunyai bentuk yang berbeda, prosentase rongga menjadi besar, dan akhirnya dapat menyaring kekeruhan lebih besar.
- c. Menyaring sampai pada lapisan filter terdalam. Bentuk masing-masing butiran antrasit yang tidak seragam, dan massanya ringan, menyebabkan lapisan filter tidak mudah memadat, sehingga kinerja penyaringan terjadi sampai pada lapisan filter terdalam, tidak hanya pada permukaannya saja.

Dengan demikian *loss of head* menjadi kecil dan saat pencucian juga menjadi lebih singkat.

- d. Mudah dicuci (*back wash*). Antrasit termasuk filter media yang ringan, sehingga lebih mudah dicuci. Permukaan butiran yang halus, mengakibatkan kekeruhan mudah dihilangkan dan efisiensi pencucian menjadi tinggi (Volume air untuk *back wash* lebih sedikit dan waktu yang dibutuhkan lebih singkat).
- e. Ketahanan tinggi terhadap bahan kimia. Antrasit mempunyai kadar *carbon* tinggi dan hanya sedikit pengotornya sehingga menyebabkan antrasit tidak larut pada larutan asam ataupun basa (*alkaline*). Oleh karenanya sangat cocok digunakan sebagai filter media. Antrasit secara luas digunakan untuk industri kimia seperti untuk penyaringan garam, soda, amoniak dll.

2.3.4 Pasir Silika dan Pasir Aktif

Pasir kwarsa atau lebih dikenal dengan nama pasir silika adalah bahan galian yang mengandung kristal-kristal silika (SiO_2). Pasir kwarsa memiliki komposisi gabungan dari SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , dan K_2O yang berwarna putih kuning atau warna lain tergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2,65 titik lebur 17150°C , bentuk kristal hexagonal, panas spesifik 0,185 dan konduktivitas panas 12 – 1000°C . Pasir Silika banyak digunakan untuk menyaring lumpur, tanah dan partikel besar /kecil dalam air dan biasa digunakan untuk penyaringan tahap awal (*pre-treatment*). (Indarto, 2010)

Pasir aktif adalah untuk menghilangkan kandungan besi (Fe), menghilangkan sedikit Mangan (Mn^{2+}) dan warna kuning pada air tanah atau sumber air lainnya. Fe dan Mn dalam air biasanya diturunkan dengan cara aerasi air pada $\text{pH} > 7$ sehingga kedua logam ini mengendap sebagai oksidanya.

Baik pasir silika maupun pasir aktif banyak digunakan pada sistem penyaringan air secara konvensional dan dapat memperbaiki kualitas fisik air seperti kekeruhan.

2.4 Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). Memiliki 14 *pin input* dari *output* digital dimana 6 *pin input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 *pin input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP header, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya (Arduino, Inc., 2009).

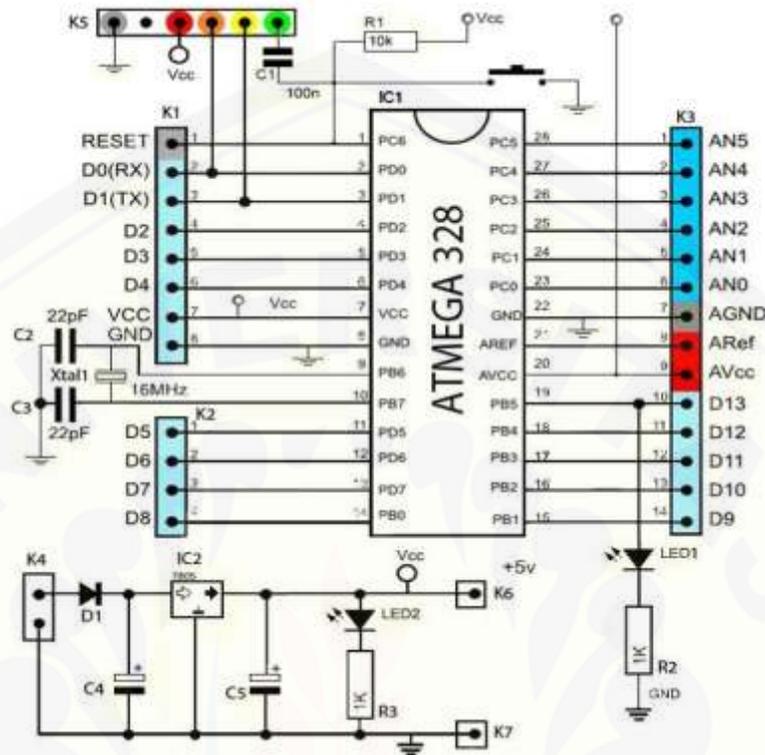
Uno berbeda dengan semua *board* sebelumnya dalam hal koneksi *USB to serial* yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter *USB to serial* berbeda dengan *board* sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver *USB to serial*.



Gambar 2.3 *Board* Arduino Uno

(Arduino, Inc., 2009)

Nama “Uno” berarti satu dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian board USB Arduino, dan sebagai model referensi untuk platform Arduino, untuk perbandingan dengan versi sebelumnya, lihat indeks *board* Arduino.



Gambar 2.4 Skematik Arduino Uno
(Agung Tarecha, 2012)

2.4.1 Fitur – fitur

Arduino Uno memiliki fitur – fitur baru sebagai berikut :

- pinout* : menambahkan SDA dan SCL *pin* yang dekat ke *pin* aref dan dua *pin* baru lainnya ditempatkan dekat ke *pin* RESET, dengan I/O 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 beroperasi dengan 3,3V. Yang kedua adalah *pin* yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.
- Sirkuit reset

- c. ATmega 16U2 ganti 8U yang digunakan sebagai konverter *USB-to-serial*.

2.4.2 Daya

Uno Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal (otomatis). Eksternal (non USB) daya dapat berasal baik dari AC ke adaptor DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan *plug jack* pusat positif ukuran 2.1mm konektor *power*. Ujung kepala dari baterai dapat dimasukkan kedalam Gnd dan Vin *pin header* dari konektor *power*.

Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk *board* Uno adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak board Uno.

Pin listrik adalah sebagai berikut:

- a. VIN. Tegangan masukan kepada *board* Arduino ketika itu menggunakan sumber daya eksternal (sebagai pengganti dari 5 volt koneksi USB atau sumber daya lainnya).
- b. 5V. Catu daya digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya.
- c. 3v3. Sebuah pasokan 3,3 volt dihasilkan oleh regulator on board.
- d. GND. *Ground pin*.

2.4.3 Memori

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*), 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan EEPROM *library*).

2.4.4 Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital di Uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran, dengan menggunakan fungsi *pinMode* (), *digitalWrite* (), dan

digitalRead (), beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal *pull up* resistor (secara *default* terputus) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa *pin* memiliki fungsi khusus:

- a. *Serial*: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. *Pin* ini dihubungkan ke *pin* yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB to TTL.
- b. *Interrupt Eksternal*: 2 dan 3. *Pin* ini dapat dikonfigurasi untuk memicu *interrupt* pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai. Lihat (*attach Interrupt*) fungsi untuk rincian lebih lanjut.
- c. *PWM*: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan *output* PWM 8-bit dengan fungsi *analogWrite* ().
- d. *SPI*: 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). *Pin* ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.
- e. *LED*: 13. Ada *built in* LED terhubung ke *pin* digital 13. Ketika *pin* bernilai nilai *HIGH*, LED on, ketika *pin* bernilai *LOW*, LED off.
- f. Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default sistem mengukur dari ground sampai 5 volt, meskipun mungkin untuk mengubah ujung atas rentang menggunakan *pin* AREF dan fungsi *analogReference* (). Selain itu, beberapa *pin* memiliki fungsi khusus.
- g. *I2C*: A4 (*SDA*) dan A5 (*SCL*). Dukungan I2C (*TWI*) komunikasi menggunakan perpustakaan *Wire*.
- h. *Aref*. Tegangan referensi (0 sampai 5V saja) untuk *input* analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference* ().
- i. *Reset*. Bawa baris ini *LOW* untuk *reset* mikrokontroler.
- j. Lihat juga *mapping pin* Arduino dan *port* ATmega328.

2.4.5 Komunikasi

Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di *pin* digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai *port* virtual com untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware '8 U2 menggunakan *driver* USB standar COM, dan muncul sebagai com *port* virtual untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware '16U2 menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang diperlukan. Namun, pada Windows diperlukan, sebuah *file* inf. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari *board* Arduino. LED RX dan TX di papan tulis akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB *to* serial dengan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Sebuah *Software Serial library* memungkinkan untuk berkomunikasi secara serial pada salah satu pin digital pada *board* Uno's. ATmega328 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Kawat untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C, lihat dokumentasi untuk rincian. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI. (Suhendri, 2013)

2.5 Ultrasonik HC-SR04

HC-SR04 adalah sebuah modul yang berfungsi untuk melakukan pengukuran jarak suatu benda/ halangan dengan memanfaatkan sinyal suara *ultrasonic*. Performa yang stabil dan akurasi yang tinggi dengan harga yang murah merupakan kelebihan dari HC-SR04. Karena kelebihannya, HC-SR04 banyak dipakai dalam berbagai aplikasi pengukuran jarak. (Ferdian dan Aldi, 2014)

Pada umumnya, sensor *ultrasonic* ini berbentuk papan elektronik berukuran kecil yang dilengkapi dengan beberapa rangkaian elektronik dan dua buah *transducer*.

Transducer yang pertama berfungsi sebagai *transmitter* gelombang *ultrasonic* dan *transducer* yang satunya berfungsi sebagai *receiver*. Pada beberapa produk kadang hanya ditemukan satu buah *transducer* yang bertindak sebagai *transmitter* sekaligus *receiver* sekaligus. Ada juga modul ultrasonik yang hanya mempunyai 1 buah *transducer*, *transducer* ini berfungsi sebagai *transmitter* dan *receiver* sekaligus. Pin yang tersedia pada modul ini yaitu pin VCC, TRIG, ECHO dan GND. Ada juga modul yang pin TRIG dan ECHO-nya digabung menjadi satu dan pemakaiannya dilakukan secara bergantian (Winasis, dkk, 2014).



Gambar 2.5 HC-SR04
(Sumber : *ElecFreaks*)

Sensor ini bekerja dengan cara menghasilkan gelombang suara pada frekuensi tinggi yang kemudian akan segera dipancarkan oleh *transducer* yang bertindak sebagai *transmitter*. Pantulan gelombang yang mengenai benda di depannya akan di tangkap oleh *transducer* yang bertindak sebagai *receiver*. Dengan mengetahui lamanya waktu antara dipancarkannya gelombang *ultrasonic* sampai dengan ditangkap kembali oleh *receiver*, maka akan diketahui jarak dari benda yang terdapat di depan sensor tersebut.

Kecepatan suara adalah 340m/detik, lamanya waktu tempuh gelombang *ultrasonic* dikalikan kecepatan suara, kemudian dibagi dua akan menghasilkan jarak antara sensor tersebut dengan benda di depannya.

Sensor ini dapat mengukur jarak antara 2 cm sampai 300 cm. keluaran dari sensor ini berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsanya bervariasi dari 115 uS sampai 18,5 mS. Sensor *ultrasonic ping parallax* terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40KHz, sebuah speaker *ultrasonic* dan sebuah

microphone *ultrasonic*. *Speaker ultrasonic* mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sementara *microphone ultrasonic* berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya.

Tabel 2.2 Data Sheet Ultrasonik HC SR04

Voltage DC	5 V
Working Currensnt	15 mA
Working Frequency	40 Hz
Max Range	4 m
Min Range	2 cm
Measuring Angle	15 degree
Dimension	45 x 20 x 15 mm
Trigger <i>Input</i> Signal 10uS TTL pulse	
Echo <i>Output</i> Signal <i>Input</i> TTL lever signal and the range in proportion	

(Sumber : *Elecfraks*)

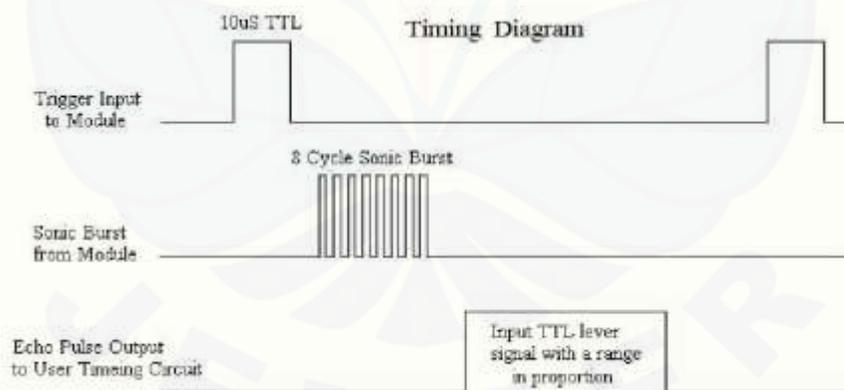


Gambar 2.6 Diagram Sinyal Ultrasonik

(Sumber : *Elecfraks*)

Secara singkat, konsep yang digunakan oleh sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut:

- Sensor akan mengirim 8 sinyal (*ping*) pada frekuensi 40 kHz jika pin *trigger* pada sensor berada pada kondisi HIGH selama kurang lebih 10 mikrodetik (10 *microseconds*).
- Sensor kemudian akan mendeteksi apakah sinyal yang dikirimkan tersebut dipantulkan oleh target yang berada di depan sensor dan diteruskan ke pin *echo*.
- Ketika sinyal tersebut diterima, maka jarak antara sensor dan benda tersebut dapat diperoleh dengan menghitung jeda waktu antara sinyal *trigger* dikirim oleh sensor dan kemudian diterima kembali oleh sensor. Rumusnya kurang lebih seperti ini: $\text{jeda_waktu (microseconds)} / 58$ untuk memperoleh jarak dalam satuan sentimeter dan $\text{jeda_waktu (microseconds)} / 148$ untuk memperoleh jarak dalam satuan inchi.
- Perlu diingat bahwa sebaiknya menggunakan jeda minimal selama 60 milidetik sebelum mengirim ulang sinyal *HIGH* pada *trigger* pin dan memberikan sinyal *LOW* pada *trigger* pin selama kurang lebih 2 mikrodetik sebelum mengirim sinyal *HIGH* pada *trigger* pin.



Gambar 2.7 Siklus Pengukuran Untuk Mencegah Sinyal Pemicu Sinyal Echo.

(Sumber : *Elecfreaks*)

Sinyal pulsa pendek sepanjang 10µS ditransmisikan di waktu awal 0, direfleksikan dari objek. Pulsa pendek tersebut sebagai sinyal pemicu ke pin picu

masuk dari modul ini untuk mulai pendeteksian (catat waktu saat ini), HC-SR04 akan memancarkan 8 siklus gelombang ultrasonik pada frekuensi 40 kHz. Saat gelombang suara ini menabrak objek (benda atau dinding di depannya), gelombang akan dipantulkan balik dan diterima oleh detektor yang kemudian membangkitkan sinyal deteksi di pin keluaran modul (*Echo pulse*). Lama selang waktu antara pengiriman signal hingga pendeteksian sinyal pantulan adalah waktu yang ditempuh gelombang suara, yaitu sepanjang dua kali jarak antara sensor dan objek yang terdeteksi karena signal berjalan pulang-pergi. Dengan mengetahui selang waktu ini dan kecepatan rambat suara di udara (340 meter/detik pada udara kering, atau $3,4 \times 10^8 \mu\text{s}$), jarak dapat dihitung sesuai rumus jarak = kecepatan x waktu.

2.6 LDR (*Light Dependent Resistor*)

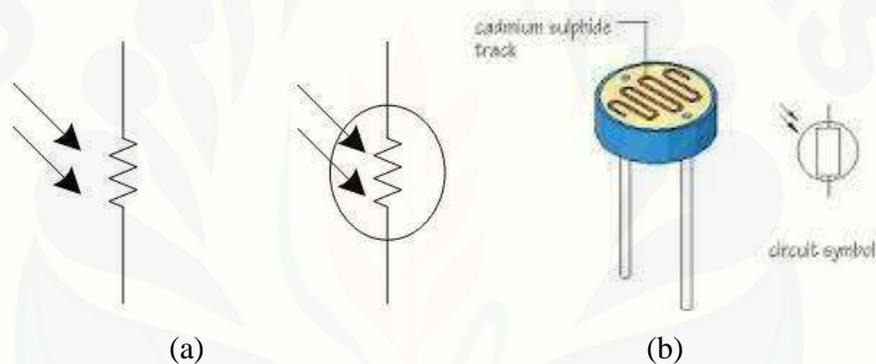
Resistor peka cahaya atau fotoresistor adalah komponen elektronik yang resistansinya akan menurun jika ada penambahan intensitas cahaya yang mengenainya. Fotoresistor dapat merujuk pula pada *Light Dependent Resistor* (LDR) atau fotokonduktor (Abdul, dkk, 2014).

Resistor peka cahaya (*Light Dependent Resistor* / LDR) memanfaatkan bahan semikonduktor yang karakteristik listriknnya berubah-ubah sesuai dengan cahaya yang diterima. Bahan yang digunakan adalah *Cadmium Sulfida* (CdS) dan *Cadmium Selenida* (CdSe). Bahan-bahan ini paling sensitif terhadap cahaya dalam spektrum tampak, dengan puncaknya sekitar $0,6 \mu\text{m}$ untuk CdS dan $0,75 \mu\text{m}$ untuk CdSe. Sebuah LDR CdS yang tipikal memiliki resistansi sekitar $1 \text{ M}\Omega$ dalam kondisi gelap gulita dan kurang dari $1 \text{ K}\Omega$ ketika ditempatkan dibawah sumber cahaya terang.

2.6.1 Simbol Foto-resistor / LDR

Simbol rangkaian yang digunakan untuk Foto-resistor atau LDR adalah penggabungan resistor dan penunjukkan bahwa resistor tersebut sensitif terhadap cahaya.

Gambar 2.8 merupakan simbol dari LDR. Simbol dasar Foto-resistor / LDR memiliki persegi panjang yang digunakan untuk menunjukkan fungsi resistansinya, dan kemudian memiliki dua panah masuk, sama seperti yang digunakan untuk foto-dioda dan foto-transistor, untuk menunjukkan sensitivitasnya terhadap cahaya. Sebagian menggunakan lingkaran pada resistor-nya, sebagian lagi tidak. Simbol Foto-resistor atau LDR yang lebih umum digunakan adalah resistor tanpa lingkaran di sekitarnya (Nugraha, 2012).



Gambar 2.8

a. Simbol LDR, b. Bentuk LDR

2.6.2 Karakteristik LDR

Adapun karakteristik dari LDR ialah :

a. Laju *Recovery*

Bila sebuah LDR dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu ke dalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai harga di kegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. Laju *recovery* merupakan suatu ukuran

praktis dan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam K/detik, untuk LDR tipe arus harganya lebih besar dari 200K/detik (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

b. Respon Spektral

LDR tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna). Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu tembaga, aluminium, baja, emas dan perak. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan penghantar yang paling banyak, digunakan karena mempunyai daya hantar yang baik (Yefri dan Wildian, 2012).

2.6.3 Mekanisme Foto-resistor / LDR

Sebuah Foto-resistor atau LDR adalah komponen yang menggunakan foto-konduktor di antara dua pinnya. Saat permukaannya terpapar cahaya akan terjadi perubahan resistansi diantaranya. Mekanisme di balik Foto-resistor atau LDR adalah foto-konduktivitas, yaitu suatu peristiwa perubahan nilai konduktansi bahan semikonduktor saat energi foton dari cahaya diserap olehnya. Ketika digunakan sebagai Foto-resistor atau LDR, bahan semikonduktor hanya digunakan sebagai elemen resistif dan tidak ada koneksi PN-nya. Dengan demikian, Foto-resistor atau LDR adalah murni komponen pasif.

2.6.4 Prinsip Kerja LDR

Prinsip Kerja LDR adalah ketika ada energi foton dari cahaya sebesar hf , yang melebihi energi gap semikonduktor, mengenai permukaan semikonduktor seperti yang terlihat pada gambar 2.9 maka elektron yang berada di pita valensi mengalami transisi ke pita konduksi serta merta meninggalkan hole di pita valensi. Akibat

transisi elektron ke pita konduksi inilah mengakibatkan kenaikan konduktivitas bahan semikonduktor dan sebaliknya resistansinya menjadi berkurang. Jadi resistansi LDR ketika diruang gelap sangat besar dan sebaliknya apabila di ruang yang terang (permukaan sensor banyak menerima cahaya) resistansinya kecil (Abdul,dkk, 1993).



Gambar 2.9 Saat Cahaya LED Mengenai LDR

2.6.5 Aplikasi Foto-resistor / LDR

Foto-resistor atau LDR berguna sebagai elemen sensitif cahaya berbiaya rendah dan digunakan selama bertahun-tahun dalam fotografi sebagai pengukur intensitas cahaya serta dalam aplikasi lain seperti detektor api/ asap/ pencuri, pembaca kartu, dan kendali lampu jalan berdasarkan cahaya.

2.6.6 Rangkaian Elektronik Foto-resistor / LDR

Rangkaian elektronik yang dapat digunakan untuk Foto-resistor atau LDR adalah rangkaian yang dapat mengukur nilai resistansi dari Foto-resistor / LDR tersebut. Dari hukum ohm, diketahui bahwa:

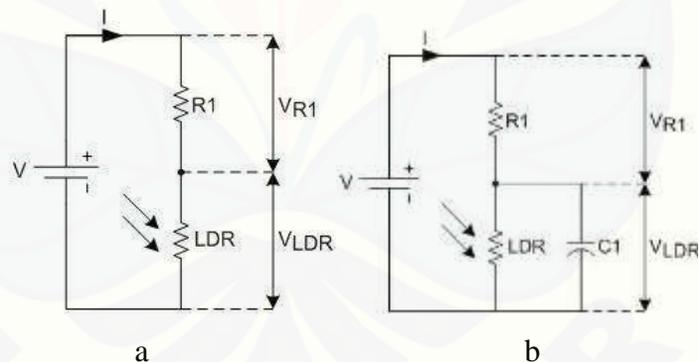
$$V = i.R \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan V adalah beda potensial antara dua titik, i adalah arus yang mengalir di antara-nya, dan R adalah resistansi di antara-nya. Lebih lanjut dikatakan pula bahwa nilai R tidak bergantung dari V ataupun i. Sehingga, jika ada perubahan nilai resistansi dari R, maka nilai tegangan V-nya pun akan berubah. Jika beda potensial di-set tetap, maka perubahan resistansi hanya akan mempengaruhi besar arusnya. Dan persamaan tersebut akan menjadi:

$$i = V / R \dots\dots\dots (2.2)$$

Kedua persamaan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai rangkaian yang dapat mendeteksi perubahan resistansi dari Foto-resistor atau LDR. Pada persamaan pertama, nilai V akan berubah jika resistansi berubah, sedangkan pada persamaan kedua, nilai i yang akan berubah. Namun, pada banyak mikrokontroler, telah terintegrasi rangkaian ADC yang dapat membaca tegangan (V) analog dengan baik. Sehingga pada pembahasan, rangkaian pembacaan nilai resistansi dari Fotoresistor atau LDR adalah yang berdasar pada persamaan pertama.

Dengan rangkaian sederhana seperti di atas, intensitas cahaya dapat diukur dengan mengukur nilai tegangan V_{LDR} (dalam Volt). Karena intensitas cahaya akan mempengaruhi nilai resistansi LDR yang dengan demikian akan mempengaruhi pula nilai V_{LDR} . Selanjutnya tambahkan kapasitor pada LDR seperti pada Gambar 2.10b. Dengan penambahan kapasitor, nilai V_{LDR} tidak akan berubah secara signifikan. Tetapi respon terhadap perubahan intensitas memang sedikit lebih lambat. Namun, dengan kapasitor tersebut, tegangan V_{LDR} akan lebih stabil. Dengan pemilihan



Gambar 2.10. Rangkaian LDR

a. Rangkaian LDR Tanpa Kapasitor, b. Rangkaian LDR Dengan Kapasitor

Nilai kapasitor yang tepat ($0.1 \mu\text{F} - 1 \mu\text{F}$), respon terhadap perubahan tetap baik, dan akan didapatkan tegangan V_{LDR} yang stabil (Anonim B, 2011).

Sumber : Perancangan Alat Ukur Kekeruhan Air Menggunakan Light Dependent Resistor Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535

2.7 Sensor Keasaman (pH)

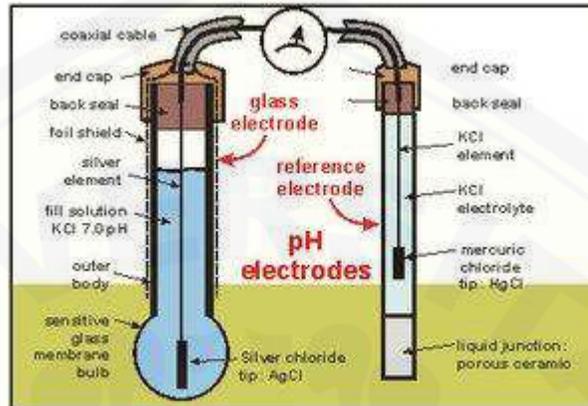
pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H” lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. Yang dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \dots\dots\dots (2.3)$$

pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh tingkat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion Hidrogen. Jika konsentrasi $[\text{H}^+]$ lebih besar daripada $[\text{OH}^-]$, maka material tersebut bersifat asam, yaitu nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi $[\text{OH}^-]$ lebih besar daripada $[\text{H}^+]$, maka material tersebut bersifat basa, yaitu dengan nilai pH lebih dari 7. Pengukuran pH secara kasar dapat menggunakan kertas *indicator* pH dengan mengamati perubahan warna pada level pH yang bervariasi. *Indicator* ini mempunyai keterbatasan pada tingkat akurasi pengukuran dan dapat terjadi kesalahan pembacaan warna yang disebabkan larutan sampel yang berwarna ataupun keruh. (Himan dan Sohibul, 208)

Pengukuran pH yang lebih akurat biasa dilakukan dengan menggunakan pH meter. Sistem pengukuran pH mempunyai tiga bagian yaitu elektroda pengukuran pH, elektroda referensi, dan alat pengukur impedansi tinggi. Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (membrane 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 hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen atau diistilahkan dengan potential of hidrogen. Untuk

melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan suatu elektroda pembanding. Sebagai catatan, alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan.



Gambar 2.11 Skema Elektrode pH Meter

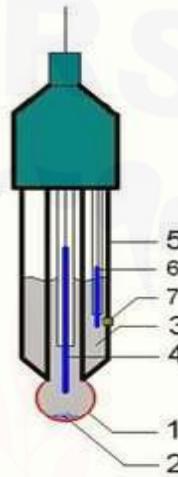
pH meter akan mengukur potensial listrik (pada gambar 2.11 alirannya searah jarum jam) antara merkuri Chloride (HgCl) pada elektroda pembanding dan potassium chloride (KCl) yang merupakan larutan didalam gelas electrode serta potensial antara larutan dan elektroda perak. Tetapi potensial antara sampel yang tidak diketahui dengan elektroda gelas dapat berubah tergantung sampelnya, oleh karena itu perlu dilakukan kalibrasi dengan menggunakan larutan yang ekuivalen yang lainnya untuk menetapkan nilai dari pH.

Elektroda pembanding calomel terdiri dari tabung gelas yang berisi potassium kloride (KCl) yang merupakan elektrolit yang mana terjadi kontak dengan merkuri chloride (HgCl) diujung larutan KCl . Tabung gelas ini mudah pecah sehingga untuk menghubungkannya digunakan keramik berpori atau bahan sejenisnya. Elektroda semacam ini tidak mudah terkontaminasi oleh logam dan unsur natrium.

Elektroda gelas terdiri dari tabung kaca yang kokoh yang tersambung dengan gelembung kaca tipis yang Didalamnya terdapat larutan KCl sebagai buffer pH 7. Elektroda perak yang ujungnya merupakan perak kloride (AgCl_2) dihubungkan kedalam larutan tersebut. Untuk meminimalisir pengaruh electric yang gak

diinginkan, alat tersebut dilindungi oleh suatu lapisan kertas pelindung yang biasanya terdapat dibagian dalam elektroda gelas.

Pada kebanyakan pH meter modern sudah dilengkapi dengan thermistor temperature yaitu suatu alat untuk mengoreksi pengaruh temperature. Antara elektroda pembanding dengan elektroda gelas sudah disusun dalam satu kesatuan.



Gambar 2.12 Elektroda pH Meter *Modern*

Keterangan gambar.

1. Bagian perasa electrode yang terbuat dari kaca yang sfesifik.
2. Larutan buffer.
3. Cairan HCL.
4. Elektroda ukur yang dilapisi perak.
5. Tabung gelas elektroda.
6. Elektroda referensi.
7. Ujung kawat yang terbuat dari keramik.

Sensor yang biasa digunakan untuk mengukur pH adalah elektroda yang sensitif terhadap ion atau disebut juga elektroda gelas. Elektroda ini tersusun dari batang elektroda (terbuat dari gelas yang terisolasi dengan baik) dan membran gelas (yang berdinding tipis dan sensitif terhadap ion H^+). Sebuah acuan terdapat pula elektroda

acuan. Kedua elektroda ini ada yang berdiri sendiri-sendiri dan ada juga yang tergabung menjadi satu kesatuan, biasa disebut elektroda kombinasi. Elemen sensor pengukur pH terdapat di tengah-tengah, dilingkupi oleh larutan perak-perak klorida (Ag-AgCl). Bagian bawah dari elemen sensor ini berhubungan dengan membran gelas dan berisi larutan perak- perak klorida. (Noorilil, dkk, _)

Kontak ionik dari larutan perakperak klorida terhadap sampel terjadi melalui penghubung keramik. Penghubung ini bertindak sebagai suatu membran selektif yang hanya meloloskan arus-arus ionik tertentu, Secara alami, impedansi keluaran elektroda gelas sangat besar (karena proses kimia yang terjadi pada permukaan elektroda), besarnya antara 50-500 M Ω sehingga pada alat pengukur diperlukan impedansi masukan yang sangat besar. Elektroda kombinasi terlihat seperti pada gambar 2.13



Gambar 2.13 Elektroda pH kombinasi

2.8.1 Larangan Penggunaan pH

PH Meter ini tidak boleh digunakan untuk mengukur cairan sebagai berikut :

- Air panas dengan suhu melebihi suhu kamar karena pengukuran menjadi tidak presisi,
- Air Es / air dingin dengan suhu dibawah suhu kamar karena pengukuran menjadi tidak presisi,

- c. Air Payau atau air laut atau air garam karena pembacaan menjadi *error*, untuk pengukuran air laut ada alat khusus tersendiri,
- d. Air Accu, alkohol atau spirtus dll,
- e. Jenis air atau cairan lainnya yang tidak masuk dalam *range* pengukuran dari spesifikasi alat ini.
- f. Sistem pengukuran pH terdiri dari 3 komponen:
 1. pH elektroda: merupakan komponen dimana keluarannya berupa tegangan, dimana setiap perubahan pH akan mempengaruhi perubahan tegangan (59,2mV tiap perubahan unit pH).

Tabel 2.3 Kadar Asam Basah

Asam							N	Basa						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
414	355	296	237	177	118	59	0	-59	-118	-177	-237	-296	-355	-414

(Sumber : dfrobot)

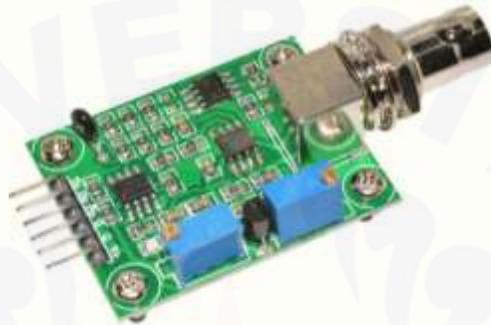
2. Referensi elektroda: merupakan komponen, dimana tegangan keluarannya selalu tetap sebagai referensi/ acuan.
3. pH meter: merupakan milivolt meter yang memiliki impedansi masukan yang tinggi dan rangkaian untuk mengubah tegangan dari elektroda menjadi pembacaan pH unit.

2.8.2 Modul pH Value V1.1

Pada sensor pH ini terdapat modul pH *value* sebagai penguat keluaran tegangan karena jika hanya menggunakan sensor saja maka *output* yang dihasilkan berupa tegangan yang sangat kecil sehingga sulit untuk dibaca ADC.

pH meter analog, yang dirancang khusus untuk kontroler Arduino dan memiliki built-in yang sederhana, mudah dan praktis koneksi dan fitur. Ini memiliki LED yang bekerja sebagai Indikator Power, BNC konektor dan PH2.0 antarmuka sensor. Untuk

menggunakannya, hanya menghubungkan sensor pH dengan konektor BNC, dan pasang antarmuka PH2.0 ke port *input* analog dari controller Arduino. Jika diprogram, akan mendapatkan nilai pH dengan mudah. Versi 1.1 didasarkan pada peningkatan Versi 1.0. dengan mengubah chip biaya-pompa dengan akurasi yang lebih tinggi.



Gambar 2.14 Modul pH *Value* V1.1

(Sumber : dfrobot)

Spesifikasi Modul pH *Value* V1.1 :

- a. Modul Power: 5.00V
- b. Modul Ukuran: 43mm × 32mm
- c. Mengukur Range: 0-14PH
- d. Mengukur Suhu: 0-60 °C
- e. Akurasi: ± 0.1pH (25 °C)
- f. Response Time: ≤ 1min
- g. pH Sensor dengan BNC Connector
- h. PH2.0 Interface (3 kaki patch)
- i. Gain Penyesuaian Potensiometer
- j. Indikator Daya LED
- k. Panjang Kabel dari sensor ke konektor BNC: 660mm

Output dari pH elektroda milivolt, dan nilai pH hubungan ditunjukkan sebagai berikut (25 °C):

Tabel 2.4 Konversi Hasil Keluaran *Output* ke nilai pH

<i>Voltage</i> (mV)	pH <i>Value</i>	<i>Voltage</i> (mV)	pH <i>Value</i>
414,12	0,00	-414,12	14,00
354,96	1,00	-354,96	13,00
295,80	2,00	-295,80	12,00
236,64	3,00	-236,64	11,00
177,48	4,00	-177,48	10,00
118,32	5,00	-118,32	9,00
59,16	6,00	-59,16	8,00
0,00	7,00	0,00	7,00

(Sumber : dfrobot)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pembuatan Rancang Bangun Teknologi Pemurni Air ini dilakukan di Laboratorium Kesehatan Lingkungan FKM, Laboratorium Kimia Analitik dan Kimia Instrumentasi FMIPA. Laboratorium Fisika Instrumentasi FMIPA serta Laboratorium Sistem Kendali Fakultas Teknik Universitas Jember.

Perancangan alat ini didasarkan dalam masalah implementasi alat agar dapat bekerja sesuai dengan yang telah direncanakan dalam rumusan masalah. Langkah-langkah dalam perancangan alat ini diantaranya studi literature, perancangan alat, pembuatan alat, pengujian alan dan pengambilan kesimpulan. Sehingga waktu yang digunakan untuk penelitian pada 1 Januari - Juli 2015.

3.2 Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan sebagai penunjang dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

3.2.1 Hardware

1. Sensor pH
2. LDR
3. Elektro Tester
4. LCD
5. Arduino uno
6. Bahan Filtrasi Alami
7. HC-SR 04
8. Filtrasi UV

3.2.2 Software

1. Eagle PCB
2. Arduino IDE

3.3 Tahap Penelitian

Adapun tahap yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

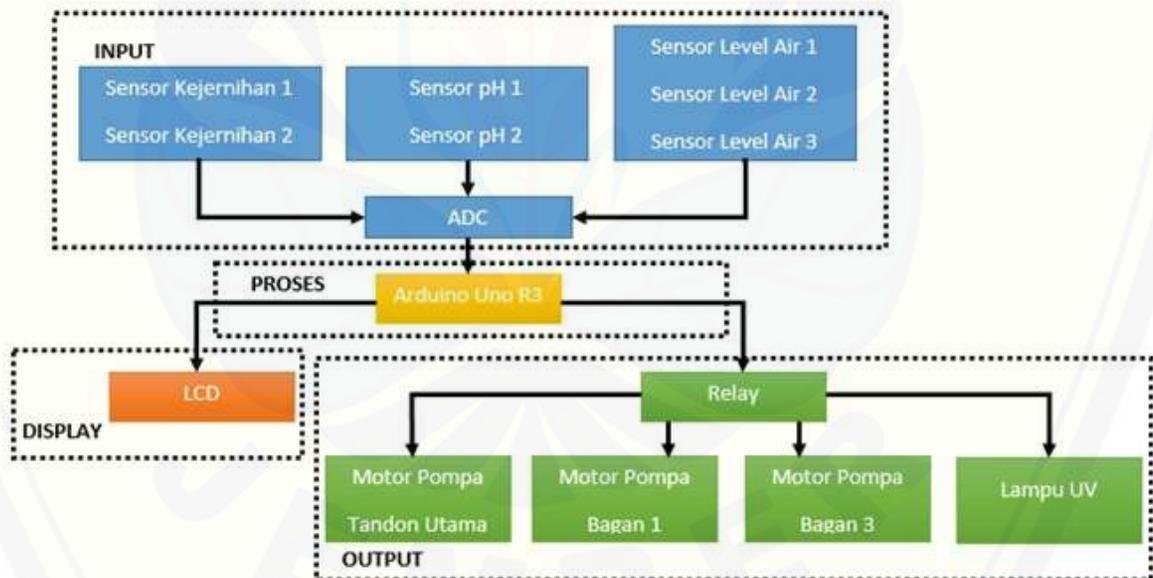
1. Tahap perancangan perangkat keras
2. Tahap penghubungan antar perangkat keras
3. Tahap pembuatan *Software*
4. Tahap sinkronisasi antar perangkat keras dengan perangkat lunak
5. Tahap pengujian dan analisis hasil

3.4 Desain Penelitian

Desain *hardware* perancangan alat pemurni air.

3.4.1 Diagram Blok Alat

Ditinjau dari sudut pandang elektronika serta konstruksi, perancangan alat pemurni air dapat diamati dari diagram seperti dibawah ini :



Gambar 3.1 Blok Diagram

Pada gambar blok diagram diatas dijelaskan, pada kolom *input* terdapat masukan sensor pH 1 yang terletak pada bagan awal dan sensor pH 2 yang terletak pada bagan akhir sebagai indikator pengambilan nilai tingkat keasaman pada nilai pH

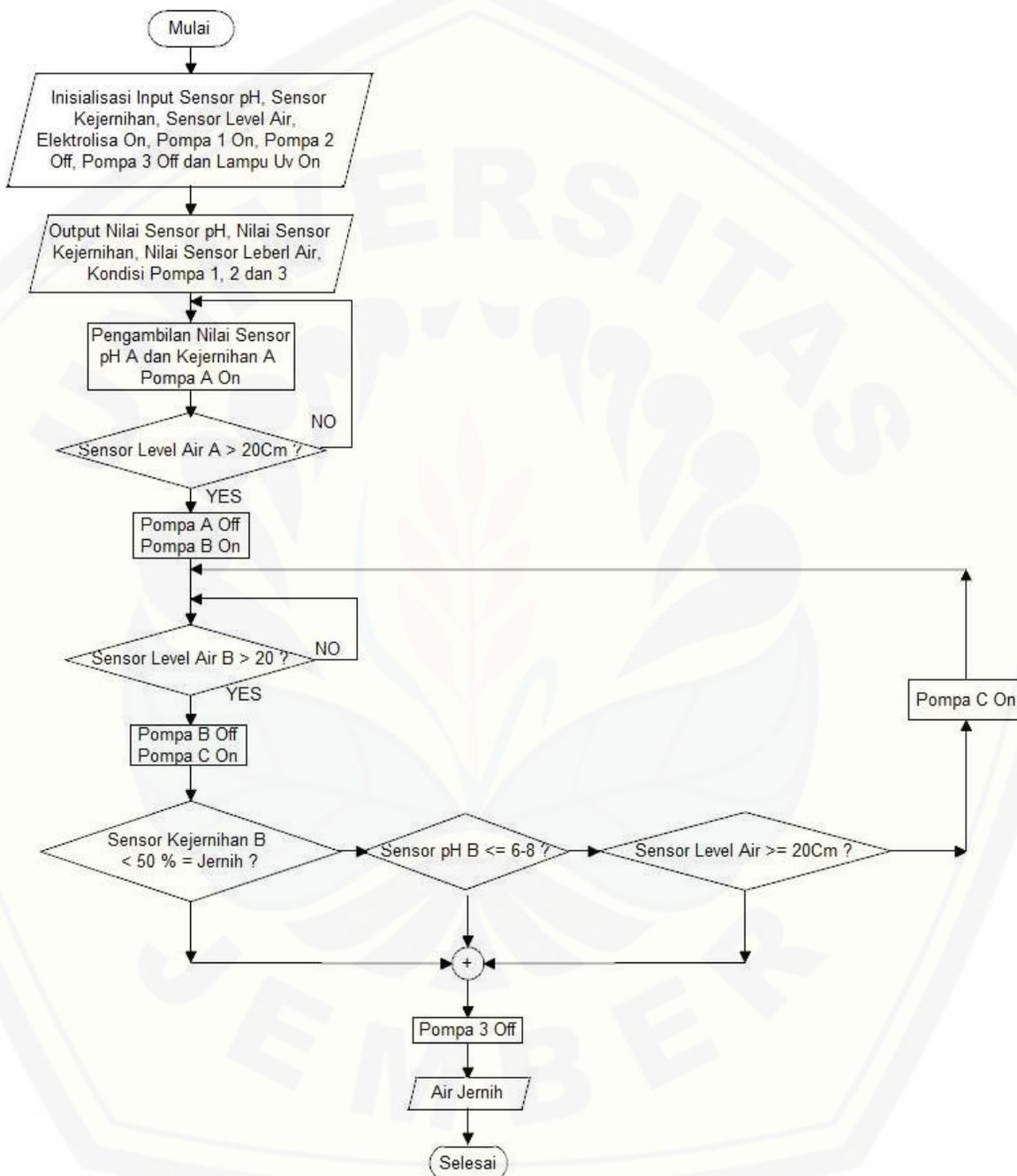
awal dan pH akhir, sensor kejernihan 1 yang terdapat pada bagan awal dan sensor kejernihan 2 pada bagan akhir yang akan mendeteksi tingkat kejernihan air yang menggunakan *light emitting diode superbright* serta *light dependent resistor* baik dari *input* dan *output*, sensor level air menggunakan HC-SR 04 yang terletak pada bagan 1, kemudian pada bagan 2 (filtrasi), dan yang terakhir pada bagan 3 sebagai pengukur dan kontrol level air agar menjaga air tidak meluap melebihi batas volume yang ditentukan. Dari semua sensor tersebut akan diambil nilai ADC sehingga dapat dikonversi sesuai keinginan.

Setelah mendapat nilai ADC maka diproses melalui Arduino Uno R3. Kemudian masuk pada kolom *output* yang berupa LCD sebagai *display* hasil pembacaan nilai sensor dan *Relay* yang digunakan untuk mengatur kinerja pompa 1 pada tandon utama, pompa 2 pada bagan pertama, dan pompa 3 pada bagan terakhir serta lampu uv yang langsung menyala sejak alat itu menyala. Lampu uv tersebut hanya digunakan sebagai penyinaran saja agar bakteri pada air menghilang. *Relay* tersebut mengatur tegangan AC untuk motor pompa berdasarkan *input* dari Arduino.

3.4.2 Flowchart

Pada *flowchart* diatas menjelaskan alur proses dimana dimulai dengan *start* awal kemudian masuk pada bagian inisialisasi. Pada inisialisasi proses tersebut terdapat inisialisasi sensor pH, sensor level air, sensor kejernihan, elektrolisa dalam kondisi *on*, pompa A dalam kondisi *on*, pompa B dalam kondisi *off*, pompa C dalam kondisi *off*, dan Lampu UV dalam keadaan *on*. Setelah dilakukan inisialisasi maka masuk pada proses. Proses disana adalah pada bagan 1 alat akan dilakukan pengisian yang akan dikontrol sensor *level* air 1, kemudian dilakukan proses elektrolisa, pengecekan kadar keasaman dengan sensor pH 1 dan sensor kejernihan. Pada saat kondisi sensor *level* air 1 mendeteksi air masuk pada bagan 1 melebihi dari 20cm maka pompa A mati dan pompa B hidup untuk memasukan ke

bagian ke 2. Jika kondisi itu belum terpenuhi maka masih dilakukan pengisian pada bagian 1.

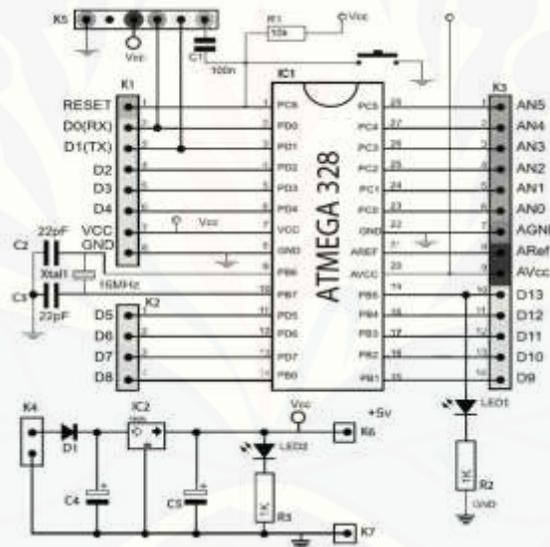


Gambar 3.2 Flowchart

Setelah masuk pada proses pengisian bagan 2. Maka pompa B dikontrol dengan sensor *level* air B agar tidak meluap pada bagan 2. Bagan 2 berisi bahan filtrasi. Jika kondisi bagan 2 melebihi 20cm maka pompa B mati. Pada bagan 2 dilanjutkan pada bagan 3 yang dikontrol dengan sensor *level* air 3. Pada bagan 3 akan dilakukan pengambilan data menggunakan sensor ph 2 dan sensor kejernihan. Jika salah satu tidak terpenuhi maka akan dilakukan proses perulangan menggunakan pompa c sampa kedua kondisi terpenuhi.

Sedangkan diagram alir dari perancangan alat pemurni air adalah sebagai berikut.

3.4.3 Skema Rangkaian Arduino Uno R3



Gambar 3.3 Sistem Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah rangkaian elektronik minimum yang beroprasinya IC mikrokontroler. Pada gambar 3. , Arduino Uno R3 ini dihubungkan dengan rangkaian *relay*, sensor dan LCD untuk menjalankan fungsi tertentu. Kristal yang digunakan untuk pengoprasian mikrokontroler adalah 16MHz. Port yang digunakan pada sistem adalah, port digital PWM yang digunakan untuk masukan

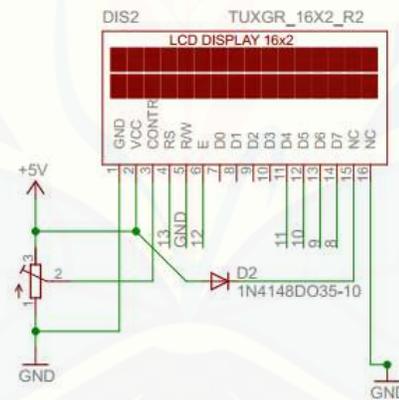
dari sensor HC-SR 04, *relay* dan LCD. Kemudian pada port analog in sebagai *input* masukan sensor PH dan sensor Kejernihan.

Arduino uno R3 merupakan perangkat pengendali pada sistem. Arduino uno r3 disini memiliki tugas antara lain :

1. Mengambil data dari sensor pH.
2. Mengambil data dari sensor kejernihan.
3. Mengambil data dari sensor ketinggian air.
4. Menampilkan data pada LCD 16x4
5. Pengatur *relay* sebagai kontrol pompa air.

3.4.4 Rangkaian *Liquid Crystal Display* 16x4

Rangkaian LCD 16x4 yang berfungsi untuk menampilkan data dari *input*.



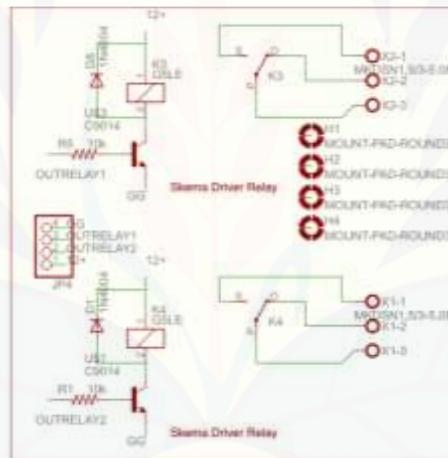
Gambar 3.4 Rangkaian LCD

Pada gambar adalah rangkaian LCD yang dihubungkan dengan Arduino Uno R3. Fungsi rangkaian LCD yaitu untuk tampilan. Port yang digunakan pada Arduino Uno R3, yaitu port digital PWM.

3.4.5 Rangkaian *Relay*.

Relay adalah saklar (switch) elektrik yang bekerja berdasarkan medan magnet. *Relay* terdiri dari suatu lilitan dan *switch* mekanik. *Switch* mekanik akan bergerak jika ada arus listrik yang mengalir melalui lilitan.

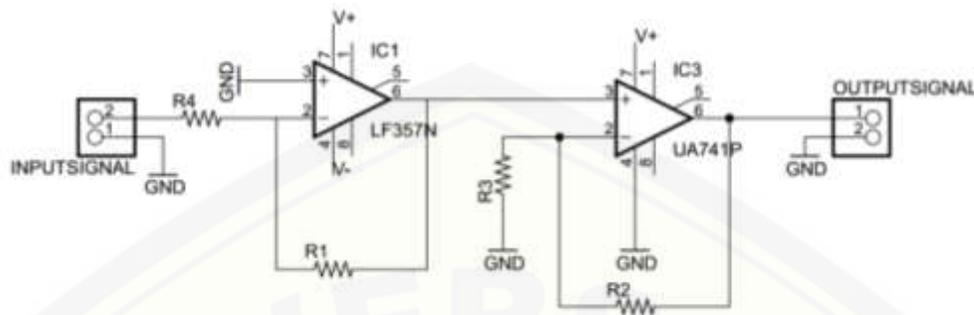
Pada saat salah satu pin Arduino Uno R3 memberikan keluaran *high* (5V) pada basis transistor maka transistor akan berfungsi layaknya saklar tertutup sehingga *relay* mendapat potensial negatif (ground) dari kolektor transistor maka posisi NO (*normally open*) berubah menjadi NC -(*normally close*) seperti *relay* pada Gambar 3.5, kemudian mengaktifkan motor pompa yang dipasang pada *relay*, sebaliknya jika tidak ada keluaran dari salah satu pin Arduino Uno R3 maka motor pompa akan berhenti.



Gambar 3.5 Rangkaian *Relay*

3.4.6 Rangkaian Op-Amp

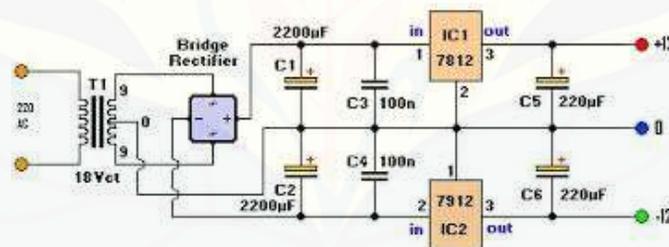
Rangkaian Op-Amp diatas digunakan untuk meningkatkan kondisi nilai tegangan *output* pada sensor pH. Dikarenakan *output* sensor pH tersebut sangat kecil sehingga tidak bisa dibaca oleh pembacaan nilai ADC. Agar terbaca ADC maka diperlukan *output* tegangan hingga 5V. Rangkaian Op-Amp tersebut sudah dikonversikan dalam satu modul *amplifier* yang sudah kompatibel dengan arduino.



Gambar 3.6 Rangkaian Op-Amp

3.4.7 Rangkaian *Power Supply*

Power Supply adalah alat atau sistem yang berfungsi untuk menyalurkan energi listrik atau bentuk energi jenis apapun yang sering digunakan untuk menyalurkan energi listrik. Secara prinsip rangkaian *Power Supply* adalah menurunkan tegangan AC, menyearahkan tegangan AC sehingga menjadi DC, menstabilkan tegangan DC, yang terdiri atas transformator, dioda dan kapasitor / *condensator*.

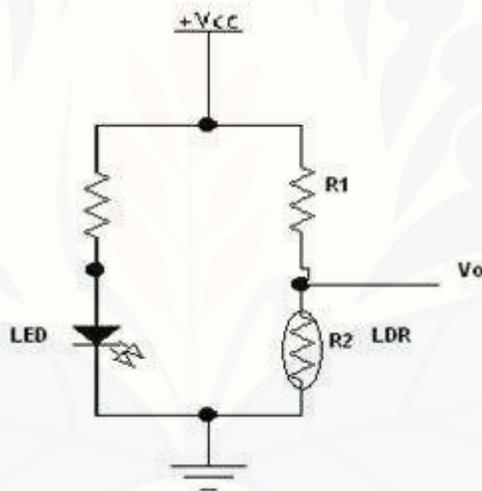
Gambar 3.7 Rangkaian *Power Supply*

Power Supply berfungsi untuk menyalurkan arus dan tegangan ke seluruh rangkaian yang ada pada sistem. Rangkaian *Power Supply* ini terdiri dari dua keluaran yaitu 5 volt dan 12 volt, keluaran 5 volt digunakan untuk mensupply rangkaian mikro (arduino) dan tegangan 12 volt digunakan untuk mensupply *driverrelay*.

3.4.8 Rangkaian Sensor Kejernihan.

Salah satu parameter kualitas air yaitu kejernihan, dapat dinyatakan dengan kemampuannya untuk meneruskan cahaya yang mengenainya. Berdasarkan sifat dasar itu dapat dibuat sebuah alat yang mampu mendeteksi transmisi cahaya dari air itu dengan sensor LDR. Dengan alat ini mampu ditentukan tingkat kejernihan air.

Komponen dasar yang dibutuhkan adalah sumber tegangan DC 5 volt, sumber cahaya, dan sebuah sensor intensitas cahaya. Sumber cahaya bisa berupa LED berpasangan dengan LDR sebagai sensor intensitas cahaya. Prinsip sensor LDR adalah, semakin besar intensitas yang diterima, maka semakin besar resistansinya.



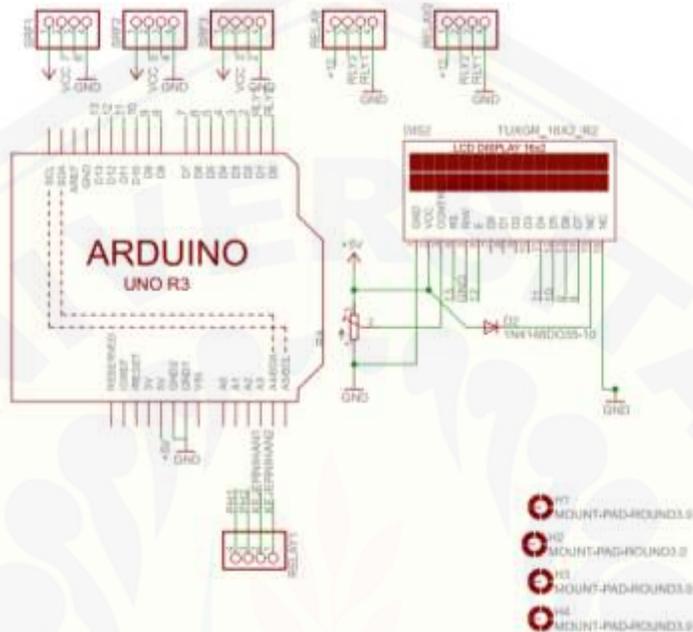
Gambar 3.8 Rangkaian Sensor Kejernihan

3.4.9 Rangkaian Secara Keseluruhan.

Dari beberapa rangkaian yang telah disebutkan diatas maka dapat dijelaskan bahwa :

1. Rangkaian Arduino Uno R3 berfungsi untuk memprogram rangkaian, agar bekerja secara otomatis.
2. LCD 16x4 digunakan untuk menampilkan data dari *input*.

3. Port penghubung antara HC-SR04, pH, *Relay*, dan kejernihan.



Gambar 3.9 Rangkaian Secara Keseluruhan

3.4.10 Rancangan Penyangga Alat.

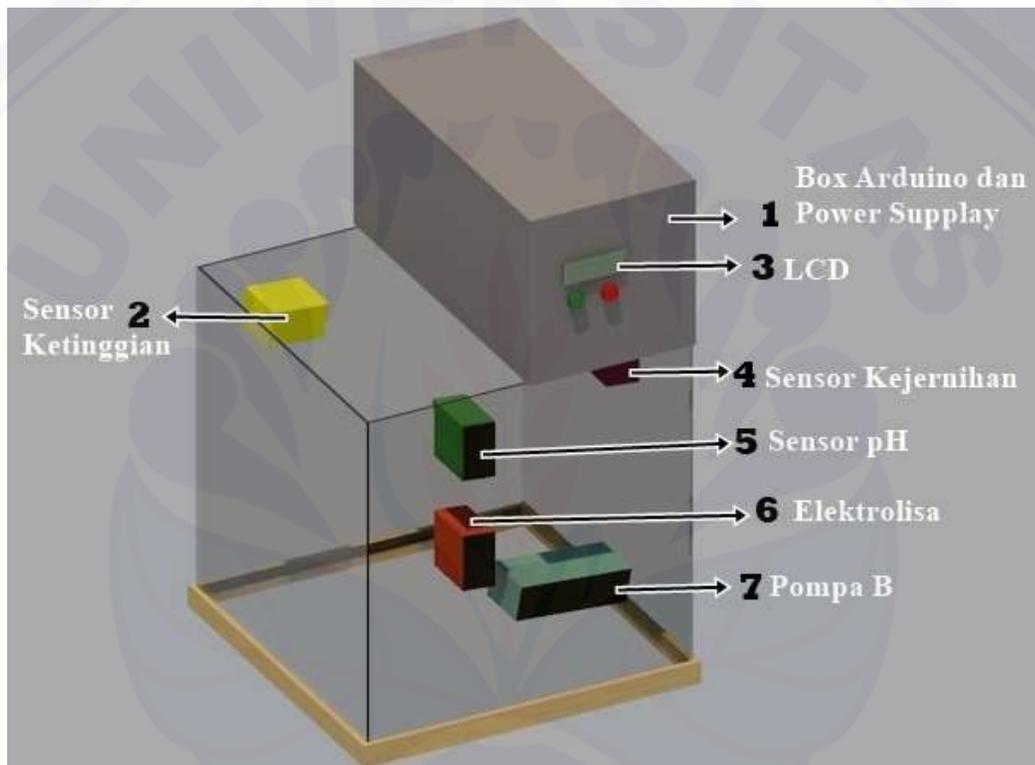


Gambar 3.10 Rancangan Penyangga Alat

Digunakan untuk menempatkan bagan penyaring serta komponen yang digunakan. Dengan adanya penyangga tersebut akan lebih memudahkan sistem penyaringan agar lebih efektif dan efisien.

3.4.11 Perancangan Bagan Alat 1

Pada bagan 1 ini digunakan untuk meletakkan sensor *input* awal. Sensor pada bagan 1 ini berfungsi untuk mengambil data awal masuk. Pada bagan 1 terdapat sensor pH, sensor Kejernihan, elektrolisa, sensor HC-SR 04 dan pompa. Serta terdapat box tempat arduino serta *power supply*.



Gambar 3.11 Rancangan Bagan 1

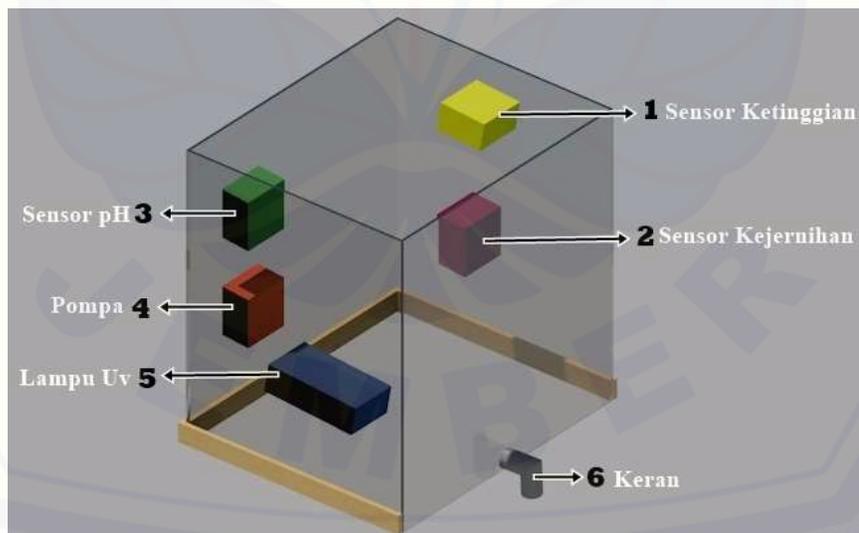
3.4.12 Perancangan Bagan Alat 2

Pada bagan 2 tersebut digunakan untuk penampatan bahan bahan filtrasi serta sensor HC-SR04. Filtrasi yang digunakan antara lain, Pasir silika, Zeolit, Antrasit, Arang aktif dan kasa.



Gambar 3.12 Rancangan Bagan 2

3.4.13 Perancangan Bagan Alat 3

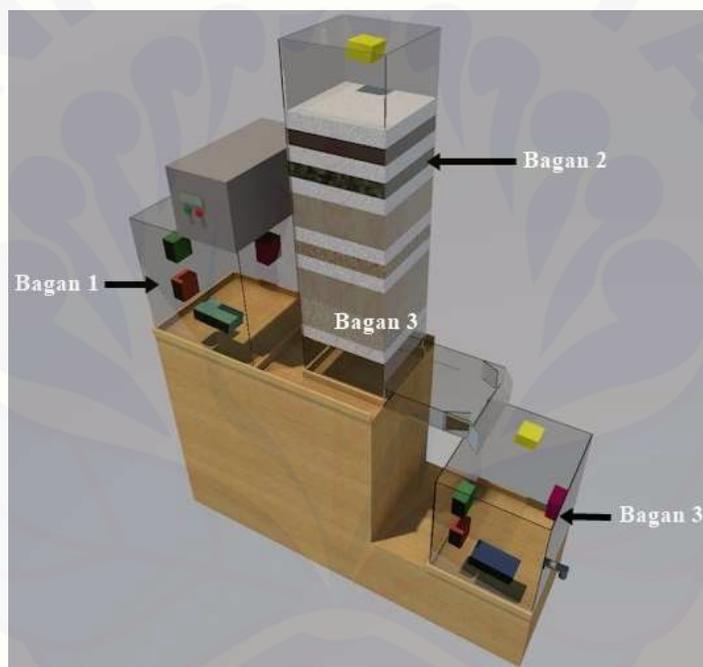


Gambar 3.13 Rancangan Bagan 3

Pada bagan Pada bagan 3 ini digunakan untuk meletakkan sensor *input* akhir. Sensor pada bagan 3 ini berfungsi untuk mengambil data akhir. Pada bagan 3 terdapat sensor pH, sensor Kejernihan, elektrolisa, sensor HC-SR 04, keran, pompa dan lampu steril.

3.4.14 Perancangan Alat Keseluruhan.

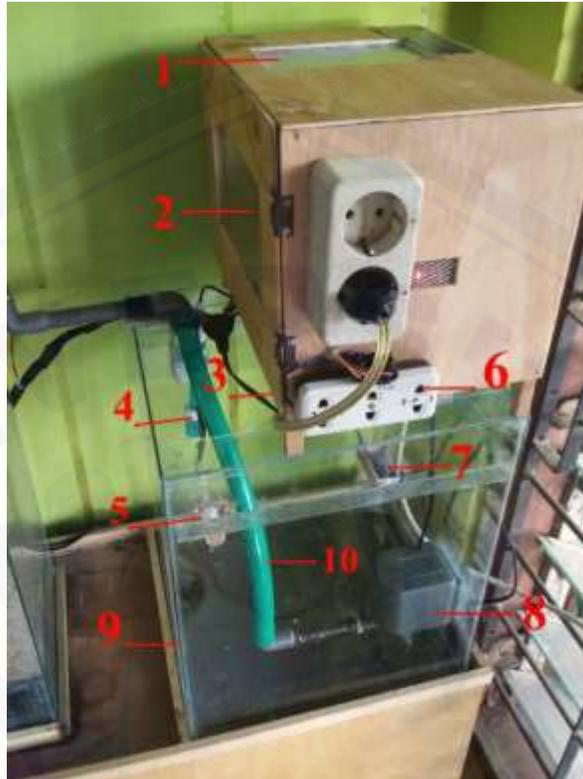
Gambar dibawah ini adalah gambar rancangan alat pemurni air secara keseluruhan.



Gambar 3.14 Perancangan Keseluruhan

3.4.15 Hasil Perancangan Alat Pada Bagan 1

Pada hasil perancangan alat bagan 1 ini digunakan untuk meletakkan sensor *input* awal. Sensor pada bagan 1 ini berfungsi untuk mengambil data awal masuk. Pada hasil perancangan alat bagan 1 terdapat perubahan pada letak sensor ketinggian, sensor pH, elektrolisa, sensor kejernihan, LCD dan penempatan LCD, serta terdapat penambahan stop kontak pada sisi box.

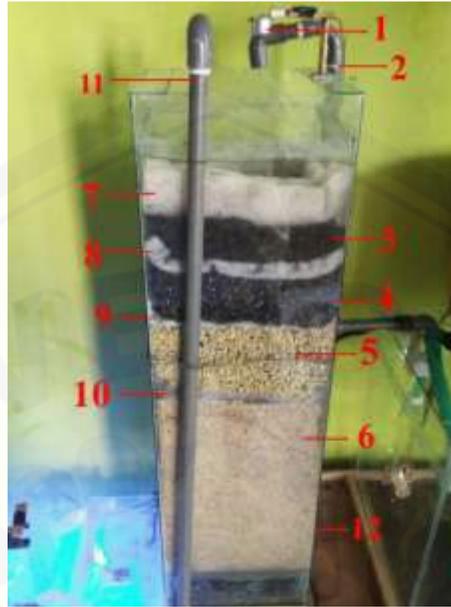


Gambar 3.15 Hasil Perancangan Bagan 1

- | | |
|------------------------------------|----------------|
| 1. LCD | 6. Stop Kontak |
| 2. Arduino Uno R3 dan Power Supply | 8. Elektrolisa |
| 3. Sensor Level Air | 9. Pompa |
| 4. Sensor pH | 10. Kaca 3ml |
| 5. Sensor Kejernihan | 11. Selang |

3.4.16 Hasil Perancangan Alat Pada Bagan 2

Pada bagan 2 tersebut digunakan untuk penampatan bahan bahan filtrasi serta sensor level air. Filtrasi yang digunakan antara lain, Pasir silika, Zeolit, Antrasit, Arang aktif dan kasa.



Gambar 3.16 Hasil Perancangan Bagan 2

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. Sensor Level Air | 7. Kasa |
| 2. Arang Aktif | 8. Kasa |
| 3. Antrasit | 9. Kasa |
| 4. Zeolit | 10. Kasa |
| 5. Silika | 11. Pipa dari bagan 3 |
| 6. Kasa | 12. Kaca 3ml |

3.4.17 Hasil Perancangan Bagan Alat 3

Pada bagan Pada bagan 3 ini digunakan untuk meletakkan sensor *input* akhir. Sensor pada ba gan 3 ini berfungsi untuk mengambil data akhir. Pada bagan 3 terdapat sensor pH, sensor Kejernihan, elektrolisa, sensor HC-SR 04, keran, pompa dan lampu steril.



Gambar 3.17 Hasil Perancangan Bagan 3

- | | |
|-------------|----------------------|
| 1. Keran | 5. Sensor Kejernihan |
| 2. Lampu Uv | 6. Selang |
| 3. Pompa | 7. Sensor pH |
| 4. Kaca 3ml | 8. Sensor Level Air |

3.4.18 Hasil Perancangan Alat Keseluruhan

Gambar dibawah ini adalah gambar rancangan alat pemurni air secara keseluruhan.

Pada gambar 3.17 adalah gambar hasil perancangan secara keseluruhan baik dari penyangga, bagan 1 (Input), bagan 2 (filtrasi), dan bagan 3 (Output). Pada perancangan tersebut secara konsep hampir sama dengan konsep perancangan awal. Hanya saja pada peletakan sensor yang tempatnya berubah dikarenakan peletakan tersebut harus sesuai dengan alur program yang akan digunakan sehingga antara program dengan perancangan bisa digunakan dengan baik sesuai dengan keinginan.



Gambar 3.18 Perancangan Keseluruhan

3.5 Proses Kalibrasi

Proses kalibrasi ini ada beberapa tahap untuk mendapatkan hasil nilai yang sesungguhnya dari nilai ADC tiap sensor.

3.5.1 Proses Kalibrasi Sensor pH

Proses kalibrasi sensor pH dilakukan pada Laboraturium Kimia Instrumentasi FMIPA Universitas Jember. Proses kalibrasi tersebut menggunakan bahan kimia berupa buffer pH 7 agar terkalibrasi dengan baik pada sensor pH. Data awal kalibrasi dapat dilihat pada tabel 3.1.

Setelah mendapatkan nilai ADC dari bufer pH 7. Untuk linier nilai keluaran dari sensor ini peneliti menggunakan Excel untuk mempermudah pembuatan grafik linier serta pengambilan data *trendline* agar sebagai acuan pada rumus yang akan digunakan sebagai *standard* nilai pH 7. Berikut ini adalah gambar grafik 3.19.

Tabel 3.1 Hasil Kalibrasi Dengan Menggunakan Buffer pH 7

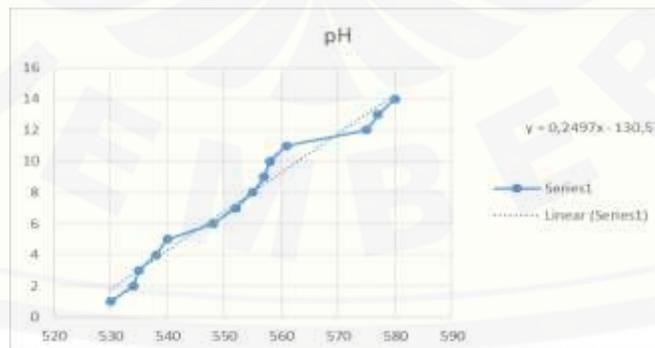
No	pH	ADC
1	7,77	530
2	7,18	534
3	7,68	535
4	6,83	538
5	7,62	540
6	7,43	548
7	7,26	552
8	7,58	555
9	7,58	557
10	7,24	558
11	6,84	561
12	6,92	575
13	6,88	577
14	7,35	580

Gambar 3.19 adalah grafik hubungan pengukuran terhadap nilai ADC dan pH. Lalu klik kanan garis grafik dan memilih *trandline* setelah itu pilih linier dan akan keluar garis lurus dan keluar rumus garis lurus untuk kalibrasi.

Dan dapatlah rumus seperti berikut:

$$Y = -0,0193x + 19,723 \dots \dots \dots (1)$$

dimana x adalah nilai ADC dan y adalah nilai pH yang dicari. Maka dari rumus tersebut di masukan ke dalam *listing* program.



Gambar 3.19 Grafik Hubungan Pengukuran Terhadap Nilai ADC Dan pH.

Maka hasil kalibrasi dengan buffer pH 7 didapatkan tingkat *Error* persen sebagai berikut :

Tabel 3.2 Hasil Tingkat *Error* % Dengan Menggunakan Buffer pH 7

No	pH asli	pH pengukuran	<i>Error</i> %
1	7	6,92	1,14
2	7	7,77	11
3	7	7,24	3,43
4	7	6,88	1,71
5	7	7,43	6,14
6	7	7,68	9,71
7	7	7,26	3,71
8	7	7,58	8,29
9	7	7,62	8,86
10	7	6,83	2,43
11	7	7,35	5
12	7	7,69	9,86
13	7	7,18	2,57
14	7	6,84	2,29

Sehingga dari hasil tabel diatas dapat dikatakan pengujian kalibrasi berhasil dan mendekati sesuai dengan buffer pH 7.



Gambar 3.20 Hasil nilai ADC Dan pH Yang Terukur.

3.5.2 Proses Kalibrasi Sensor Level Air (*Ultrasonic* HC-SR 04)

Modul *ultrasonic* HC-SR04 merupakan rangkaian elektronik dan 2 buah transduser didalamnya. Modul *ultrasonic* ini bekerja dengan cara menghasilkan gelombang suara pada frekuensi tinggi kemudian dipancarkan oleh bagian *transmitter*. Pantulan gelombang suara tersebut akan mengenai benda didepannya yang nantinya akan ditangkap *receiver*. Dengan mengetahui lamanya waktu antara dipancarkan gelombang suara sampai ditangkap kembali, maka dapat dihitung jarak benda yang ada didepan modul tersebut.

Pengujian kalibrasi sensor *ultrasonic* HC-SR04 menggunakan penggaris *standart* merk kenko. Kalibrasi tersebut dilakukan dengan cara menaruh benda penghalang pada jarak yang sudah ditentukan pada penggaris yaitu. 5 cm, 10 cm dan 15 cm. Dari pengujian tersebut dapat diambil data sebagai berikut :

Tabel 3.3 Hasil Kalibrasi Sensor HC-SR 04

No	Jarak Terukur Pada Penggaris	Jarak Terukur Pada Sensor HC-SR04	<i>Error</i> %	Gambar
1	5	5,04	0,80	
2	10	10,02	0,20	
3	15	15,14	0,93	

Dari tabel 3.3 diatas dapat disimpulkan bahwa sensor *ultrasonic* HC-SR04 dapat berfungsi dengan baik, sehingga sensor dapat digunakan sebagai pengukur *level* ketinggian air pada skripsi ini yang nantinya akan diterapkan pada teknologi pemurni air.

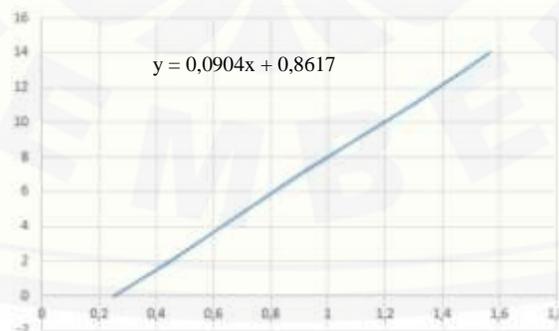
3.5.3 Proses Kalibrasi Sensor Kejernihan

Tabel 3.4 Hasil Kalibrasi Dengan Menggunakan Air Bersih Bernilai 2 NTU

ADC	Turbidy
0	0,25
1	0,35
2	0,45
3	0,54
4	0,63
5	0,72
6	0,81
7	0,9
8	1
9	1,1
10	1,2
11	1,3
12	1,39
13	1,48
14	1,57

Proses kalibrasi sensor kejernihan dilakukan pada Laboraturium Kimia Instrumentasi FMIPA Universitas Jember. Proses kalibrasi tersebut menggunakan air bersih PDAM dan diujikan pada alat turbidi meter agar terkalibrasi dengan baik pada sensor kejernihan. Data awal kalibrasi sebagai seperti pada tabel 3.4.

Setelah mendapatkan nilai ADC dari Air Bersih Bernilai 2 NTU. Untuk linier nilai keluaran dari sensor ini peneliti menggunakan Excel untuk mempermudah pembuatan grafik linier sebagai berikut ini adalah gambar grafik yang di buat:



Gambar 3.21 Grafik Hubungan Pengukuran Terhadap Nilai ADC Dan Turbidi.

Gambar 3.21 adalah grafik hubungan pengukuran terhadap nilai ADC dan pH. Lalu klik kanan garis grafik dan memilih *trandline* setelah itu pilih linier dan akan keluar garis lurus dan keluar rumus garis lurus untuk kalibrasi. Dan dapatlah rumus seperti berikut:

$$y = 0,0904x + 0,8617 \dots \dots \dots (2)$$

dimana x adalah nilai ADC dan y adalah nilai turbidi yang dicari. Maka dari rumus tersebut di masukan ke dalam *listing* program.

Maka hasil kalibrasi dengan Air Bersih Bernilai 2 NTU didapatkan tingkat *Error* persen sebagai berikut :

Sehingga dari hasil tabel 3.5 dapat dikatan pengujian kalibrasi berhasil dan mendekati sesuai dengan Air Bersih Bernilai 2 NTU.

Tabel 3.5 *Error* Persen Menggunakan Air Bersih Bernilai 2 NTU

No	Turbidi Meter	Sensor Kejernihan	<i>Error</i> %
1	2	2,15	7,50
2	2	2,05	2,50
3	2	2,14	7,00
4	2	2,15	7,50
5	2	2,05	2,50
6	2	2,14	7,00
7	2	2,14	7,00
8	2	2,04	2,00
9	2	2,03	1,50
10	2	2,20	10,00
11	2	2,30	15,00
12	2	2,04	2,00
13	2	2,14	7,00
14	2	2,04	2,00

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini pengujian alat dilakukan dengan mengamati masukan dan keluaran dari suatu rangkaian, menguji rangkaian secara keseluruhan, serta menganalisis apakah besarnya nilai masukan dan keluaran tersebut sudah sesuai dengan yang diharapkan. Jika terjadi penyimpangan, maka dapat melakukan analisis melalui data hasil percobaan yang menyebabkan penyimpangan tersebut terjadi.

Pada pengujian hasil perancangan dan pembuatan alat ini, membahas mengenai pengujian perangkat keras yang meliputi pengujian sensor, pengujian Arduino Uno R3, pengujian *relay*, pengujian *power supply*, sensor dan pengujian sistem kerja secara keseluruhan.

4.1 Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kinerja dari masing – masing rangkaian sehingga dapat diperoleh kinerja yang pasti pada masing masing blok rangkaian dan dapat digunakan dengan baik dalam sistem.

4.1.1 Pengujian Filtrasi Air

Proses filtrasi merupakan penyaringan *suspended solid* dan *koloidal solid* dari air baku menggunakan media berpori seperti pasir, antrasit, garnet. Fungsi utama dari unit filtrasi adalah menyaring semua flok-flok halus yang tidak terendapkan pada unit sedimentasi.

Pada penelitian ini menggunakan bahan berupa arang aktif karbon aktif merupakan jenis *adsorben* yang paling terkenal dan banyak digunakan dalam pengolahan air limbah. Antrasit batuan ini digunakan sebagai media filtrasi untuk *water treatment* sebagai pengganti pasir silika atau digunakan bersama-sama dengan pasir silika. Unsur *carbon* di dalam antrasit mempunyai ketahanan tinggi terhadap air dan bahan kimia. Zeolit merupakan material yang sering digunakan

sebagai *ion exchanger* dalam usaha mengurangi kesadahan air dan juga untuk menghilangkan kation maupun anion secara kompleks yang biasa disebut deionisasi. Kelebihan zeolit yaitu bebas lumpur dan endapan, biaya cukup murah, bebas dari bahan kimia berbahaya, mudah penanganan bahan-bahan kimianya karena hanya menggunakan NaCl (bila dibandingkan dengan proses kapur soda abu), dapat menghasilkan air dengan kesadahan 0; dimana untuk proses lime soda tidak dapat dicapai, sederhana dalam pengoperasian (pengoperasian seperti pada saringan pasir cepat). Pasir silika atau pasir aktif adalah untuk menghilangkan kandungan besi (Fe), menghilangkan sedikit Mangan (Mn^{2+}) dan warna kuning pada air tanah atau sumber air lainnya. Fe dan Mn dalam air biasanya diturunkan dengan cara aerasi air pada $pH > 7$ sehingga kedua logam ini mengendap sebagai oksidanya.

Tabel 4.1 Hasil Uji Bahan Filtrasi Menggunakan Turbidi Meter

No	Kondisi Air	(NTU)	Gambar
1	Air dari kolam Lele	194	
2	Air dari kolam Lele	169	
3	Air dari kolam Lele	81	
4	Terfiltrasi 1	67	
5	Terfiltrasi 1	63	
6	Terfiltrasi 1	61	
7	Terfiltrasi 2	57	
8	Terfiltrasi 2	47	
9	Terfiltrasi 2	45	
10	Terfiltrasi 3	43	
11	Terfiltrasi 3	41	
12	Terfiltrasi 3	38	

No	Kondisi Air	(NTU)	Gambar
13	Terfiltrasi 4	37	
14	Terfiltrasi 4	32	
15	Terfiltrasi 4	30	
16	Terfiltrasi 5	18	
17	Terfiltrasi 5	17	
18	Terfiltrasi 6	7	

Tabel diatas adalah hasil uji filtrasi menggunakan air kolam lele, dimana uji dilakukan dilakukan sebanyak 18 kali percobaan. Hasil uji tersebut diuji di Laboratorium Kimia Analitik FMIPA Universitas Jember dengan menggunakan alat berupa turbidi meter.



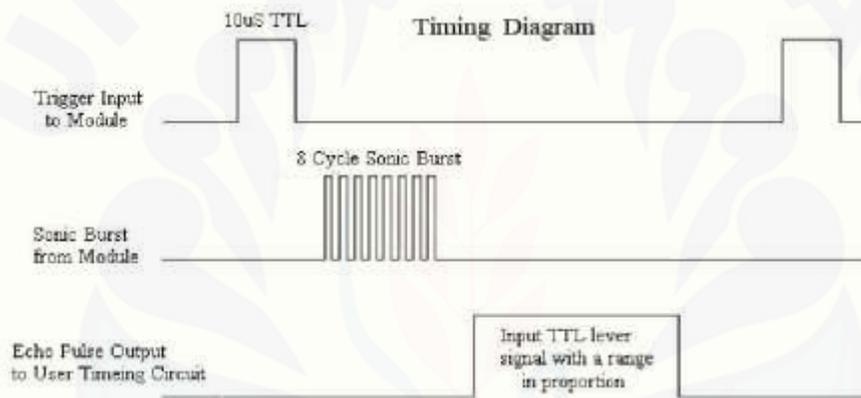
Gambar 4.1 Turbidi Meter

Turbidi meter adalah alat untuk mendeteksi tingkat kejernihan air berdasarkan tingkat NTU. Semakin kecil tingkat NTU maka air yang dihasilkan semakin bersih. Dari pengujian dengan air kolam ikan lele tersebut didapatkan semakin dilakukan berulang kali maka hasil yang didapat dari proses filtrasi akan semakin kecil nilai NTUnya. Pada awal air kolam terdeteksi nilai sebesar 194NTU. Ketika telah dilakukan proses filtrasi hingga ke 6 kali air tampak jernih sehingga didapat

nilai sebesar 7NTU. Maka dari hasil tersebut dapat dikatakan uji filtrasi yang digunakan sangat efektif.

4.1.2 Sensor *Level* Ketinggian Air (*Ultrasonic HC-SR 04*)

Sensor pendeteksi *level* ketinggian atau ultrasonic HC-SR04 yang digunakan dalam perancangan alat pemurni air ini adalah sensor yang memiliki frekuensi 40KHz. Kelebihan sensor ini dapat mengukur jarak antara 2 cm sampai 300 cm. Keluaran dari sensor ini berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsanya bervariasi dari 115 μ s sampai 18,5 ms.



Gambar 4.2 Siklus Pengukuran, Mencegah Sinyal Pemicu Sinyal Echo.

(Sumber : Elecfracks)

Sinyal pulsa pendek sepanjang 10μ s ditransmisikan di waktu awal 0, direfleksikan dari objek. Pulsa pendek tersebut sebagai sinyal pemicu ke pin picu masukan dari modul ini untuk mulai pendeteksian (catat waktu saat ini), HC-SR04 akan memancarkan 8 siklus gelombang ultrasonik pada frekuensi 40 kHz. Saat gelombang suara ini menabrak objek (benda atau dinding di depannya), gelombang akan dipantulkan balik dan diterima oleh detektor yang kemudian membangkitkan sinyal deteksi di pin keluaran modul (*Echo pulse*). Lama selang waktu antara pengiriman signal hingga pendeteksian sinyal pantulan adalah waktu

yang ditempuh gelombang suara, yaitu sepanjang dua kali jarak antara sensor dan objek yang terdeteksi karena signal berjalan pulang-pergi. Dengan mengetahui selang waktu ini dan kecepatan rambat suara di udara (340 m/s pada udara kering, atau $3,4 \times 10^8 \mu\text{s}$), jarak dapat dihitung sesuai rumus jarak = kecepatan x waktu.

Tabel 4.2 Pengujian Sensor HC-SR 04

No	Jarak Terukur Pada Penggaris	HC-SR04 A	HC-SR04 B	HC-SR04 C	Error %	Error %	Error %
1	5	5,04	4,89	4,96	0,80	2,20	1,59
2	6	6,09	6,16	6,23	1,50	2,67	3,83
3	7	7,14	7,21	7,28	2,00	3,00	4,00
4	8	8,05	8,12	8,19	0,63	1,50	2,37
5	9	8,89	9,18	9,25	1,22	2,00	2,78
6	10	9,95	10,02	10,09	0,50	0,20	0,90
7	11	11,28	11,35	11,42	2,55	3,18	3,82
8	12	12,19	12,26	12,54	1,58	2,17	4,50
9	13	13,04	13,11	13,18	0,31	0,85	1,38
10	14	14,09	14,16	14,23	0,64	1,14	1,64
11	15	15,09	15,89	15,96	0,60	5,93	6,40
12	16	16,14	16,21	16,28	0,88	1,31	1,75
13	17	17,19	17,26	17,54	1,12	1,53	3,18
14	18	18,09	18,16	18,23	0,50	0,89	1,28
15	19	19,95	19,02	19,09	5,00	0,11	0,47
16	20	20,28	20,35	20,42	1,40	1,75	2,10
17	21	21,19	21,26	21,54	0,90	1,24	2,57
18	22	22,04	22,11	22,18	0,18	0,50	0,82
19	23	23,09	23,16	23,23	0,39	0,70	1,00
20	24	24,14	24,21	24,28	0,58	0,88	1,17
21	25	25,19	25,26	25,54	0,76	1,04	2,16

Dari tabel 4.7 di bawah ditunjukkan bahwa hasil pengujian sensor HC-SR 04 A, B, dan C dengan jarak yang sudah ditentukan membuktikan bahwa sensor yang digunakan sudah berfungsi dengan baik dan mendekati sesuai dengan nilai yang diharapkan.

4.1.3 Sensor Derajat Keasaman (pH)

pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Pengukuran pH yang lebih akurat biasa dilakukan dengan menggunakan pH meter. Sistem pengukuran pH mempunyai tiga bagian yaitu elektroda pengukuran pH, elektroda referensi, dan alat pengukur impedansi tinggi. 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.

Tetapi potensial antara sampel yang tidak diketahui dengan elektroda gelas dapat berubah tergantung sampelnya, oleh karena itu perlu dilakukan kalibrasi dengan menggunakan larutan yang equivalen yang lainnya untuk menetapkan nilai dari pH. pH meter ini tidak boleh digunakan untuk mengukur cairan sebagai berikut :

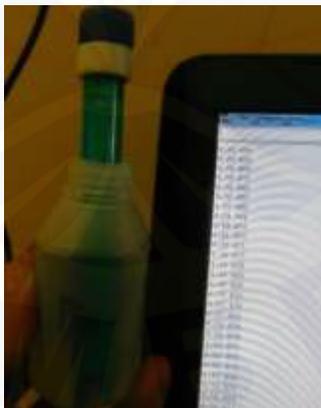
1. Air panas dengan suhu melebihi suhu kamar karena pengukuran menjadi tidak presisi,
2. Air es / air dingin dengan suhu dibawah suhu kamar karena pengukuran menjadi tidak presisi,
3. Air patau air laut atau air garam karena pembacaan menjadi *error*, untuk pengukuran air laut ada alat khusus tersendiri,
4. Air Accu, alkohol atau spirtus dll,
5. Jenis air atau cairan lainnya yang tidak masuk dalam *range* pengukuran dari spesifikasi alat ini.

Pengujian sensor derajat keasaman (pH) dilakukan untuk mengetahui nilai kondisi derajat keasaman (pH) yang dihasilkan pada hasil pengukuran. Pengujian dilakukan dengan mengukur nilai ADC pada sensor pH serta hasil konversi nilai ADC ke pH. Hasil konversi tersebut akan dibandingkan dengan bahan uji yang telah memiliki nilai pH tetap yaitu pH 9, pH 8, pH 7 dan pH 4.

Tabel 4.3 Pengujian Dengan Menggunakan *Buffer* pH 4

No	pH asli	ADC	pH pengukuran	Error %
1	4	686	4,49	12,25
2	4	676	4,80	20,00
3	4	680	4,70	17,50
4	4	677	4,78	19,50
5	4	682	4,65	16,25
6	4	680	4,70	17,50
7	4	683	4,62	15,50
8	4	686	4,54	13,50
9	4	686	4,54	13,50
10	4	672	4,91	22,75
11	4	671	4,93	23,25
12	4	677	4,75	18,75
13	4	676	4,75	18,75
14	4	686	4,54	13,50

Berdasarkan tabel di atas diambil sampel sebanyak 14 percobaan dengan menggunakan buffer pH 4. Didapatkan hasil pengukuran seperti pada tabel 4.8 Sehingga hasil *error* persen tersebut di mulai dari *range* 12,25 % – 22,75 %.

Gambar 4.3 Hasil Pengujian *Buffer* pH 4

Hasil *error* persen tersebut dikarenakan sensor pH yang digunakan sangat sensitif terhadap perubahan terutama pada bahan yang mengandung asam. Begitu juga

pada bahan uji mengalami penurunan kualitas dikarenakan, bahan uji tersebut telah terkontaminasi dengan ph lain saat pengujian berulang – ulang. Sehingga hasil yang didapat pada saat pengujian *buffer* pH 4 kurang begitu maksimal.

Tabel 4.4 Pengujian Dengan Menggunakan *Buffer* pH 8

No	pH asli	ADC	pH pengukuran	Error %
1	8	600	8,32	4,00
2	8	597	8,38	4,75
3	8	602	8,28	3,50
4	8	604	8,24	3,00
5	8	604	8,24	3,00
6	8	588	8,55	6,88
7	8	603	8,26	3,25
8	8	610	8,13	1,63
9	8	605	8,22	2,75
10	8	601	8,30	3,75
11	8	606	8,21	2,63
12	8	602	8,28	3,50
13	8	599	8,34	4,25
14	8	607	8,19	2,37

Berdasarkan tabel di atas diambil sampel sebanyak 14 percobaan dengan menggunakan *buffer* pH 8. Didapatkan hasil pengukuran seperti pada tabel 4. Sehingga hasil *error* persen tersebut di mulai dari *range* 1,63 % – 6,88 %.

Hasil *error* persen tersebut hasil *error* persen yang didapat, menunjukkan nilai yang memiliki *error* persen yang kecil. Sehingga antara nilai pH *buffer* dan pH pengukuran juga tidak jauh beda atau mendekati sama. Sensor pH tersebut dalam mengukur pH basa alkali menunjukkan nilai yang ideal.



Gambar 4.4 Hasil Pengujian *Buffer* pH 8

Sama seperti pengujian sebelumnya, pada pengujian bufeer pH 9 hasil yang didapat seperti tabel di atas diambil sampel sebanyak 14 percobaan. Sehingga hasil *error* persen tersebut di mulai dari *range* 1,67 % – 10,89 %.

Tabel 4.5 Pengujian Dengan Menggunakan *Buffer* pH 9

No	pH asli	ADC	pH pengukuran	<i>Error</i> %
1	9	491	9,61	6,78
2	9	482	9,85	9,44
3	9	477	9,98	10,89
4	9	480	9,15	1,67
5	9	471	9,57	6,33
6	9	479	9,93	10,33
7	9	492	9,59	6,56
8	9	447	9,43	4,78
9	9	487	9,72	8,00
10	9	501	9,35	3,89
11	9	467	9,28	3,11
12	9	495	9,51	5,67
13	9	526	8,70	3,33
14	9	480	9,69	7,67



Gamba 4.5 Hasil Pengujian *Buffer* pH 9

Hasil *error* persen yang didapat, menunjukkan nilai yang memiliki *error* persen yang kecil. Sehingga antara nilai pH buffer dan pH pengukuran tidak jauh beda atau mendekati sama. Sensor pH tersebut dalam mengukur pH basa menunjukkan nilai yang ideal.

4.1.4 Pengujian Sensor Kejernihan

Sensor pendeteksi tingkat kejernihan ini menggunakan LDR sebagai sebagai *receiver*, dikarenakan LDR adalah resistor peka cahaya atau fotoresistor dimana resistansinya akan menurun jika ada penambahan intensitas cahaya yang mengenainya. Fotoresistor.

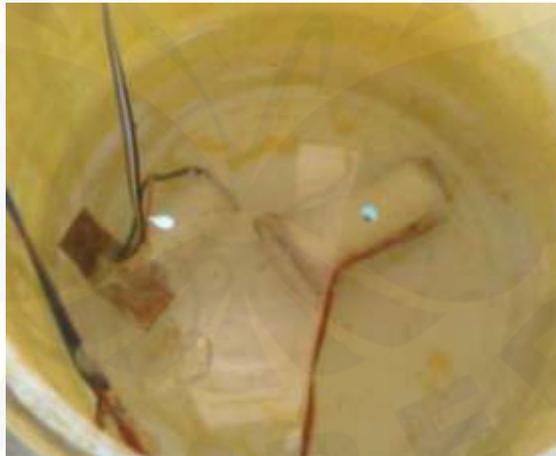
Pengujian ini dilakukan 4 kali untuk 2 buah sensor kejernihan dalam kondisi air jernih, air dengan tinta hitam 1 ml, air dengan tinta hitam 2ml dan air dengan tinta hitam 3ml. data diambil sebanyak 10 kali. Akan diamati setiap keluaran berupa nilai ADC dan hasil konversi ADC menjadi nilai sensor kejernihan yang dapat diamati dari komputer saat sensor mendapat intensitas cahaya yang berbeda.

Dalam tabel tersebut diambil 10x pengambilan data berupa nilai ADC serta hasil konversi dari nilai ADC ke nilai kejernihan.

Tabel 4.6 Uji Sensor Kejernihan Dengan Air Bersih

No	ADC	Nilai Kejernihan
1	219	4
2	221	4
3	222	4
4	221	4
5	221	4
6	222	4
7	225	4
8	224	4
9	222	4
10	217	4

Bedasarkan tabel di atas sensor kejernihan di uji dengan menggunakan air dengan kondisi jernih.



Gambar 4.6 Uji Air Bersih Dengan Sensor Kejernihan

Tabel 4.7 Uji Sensor Kejernihan Dengan Air Dengan Tinta Hitam 1ml

No	ADC	Nilai Kejernihan
1	296	11
2	288	11
3	290	11
4	292	11
5	295	11
6	298	11
7	294	11
8	293	11
9	298	11
10	294	11

Bedasarkan tabel diatas sensor kejernihan di uji dengan menggunakan air dengan kondisi telah diberikan tinta hitam sebanyak 1ml.



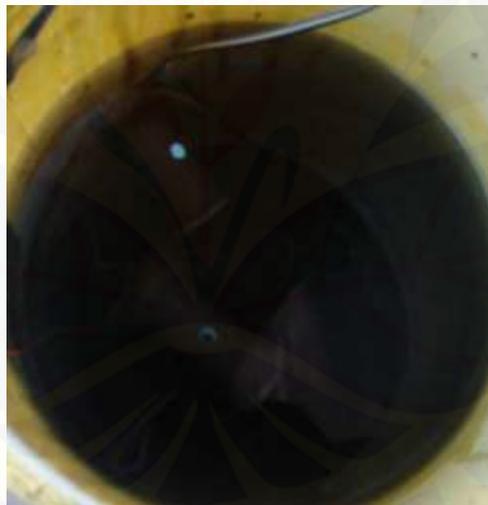
Gambar 4.7 Uji Air Menggunakan Tinta Hitam 1ml Dengan Sensor Kejernihan

Dalam tabel tersebut diambil 10x pengambilan data berupa nilai ADC serta hasil konversi dari nilai ADC ke nilai kejernihan.

Tabel 4.8 Uji Sensor Kejernihan Dengan Air Dengan Tinta Hitam 2ml.

No	ADC	Nilai Kejernihan
1	751	55
2	750	56
3	735	54
4	762	56
5	744	55
6	751	55
7	749	55
8	753	56
9	748	55
10	754	56

Bedasarkan tabel di atas sensor kejernihan di uji dengan menggunakan air dengan kondisi telah diberikan tinta hitam sebanyak 2ml.



Gambar 4.8 Uji Air Menggunakan Tinta Hitam 2ml Dengan Sensor Kejernihan

Dalam tabel tersebut diambil 10x pengambilan data berupa nilai ADC serta hasil konversi dari nilai ADC ke nilai kejernihan.

Tabel 4.9 Uji Sensor Kejernihan Dengan Air Dengan Tinta Hitam 3ml

No	ADC	Nilai Kejernihan
1	852	65
2	861	65
3	851	64
4	855	64
5	856	64
6	855	65
7	859	64
8	856	65
9	860	65
10	859	65

Bedasarkan tabel diatas sensor kejernihan di uji dengan menggunakan air dengan kondisi telah diberikan tinta hitam sebanyak 3ml.



Gambar 4.9 Uji Air Menggunakan Tinta Hitam 3ml Dengan Sensor Kejernihan

Dalam tabel tersebut diambil 10x pengambilan data berupa nilai ADC serta hasil konversi dari nilai ADC ke nilai kejernihan. Berdasarkan dari keseluruhan tabel dapat diketahui bahwa semakin keruh air dalam wadah maka nilai ADC dari

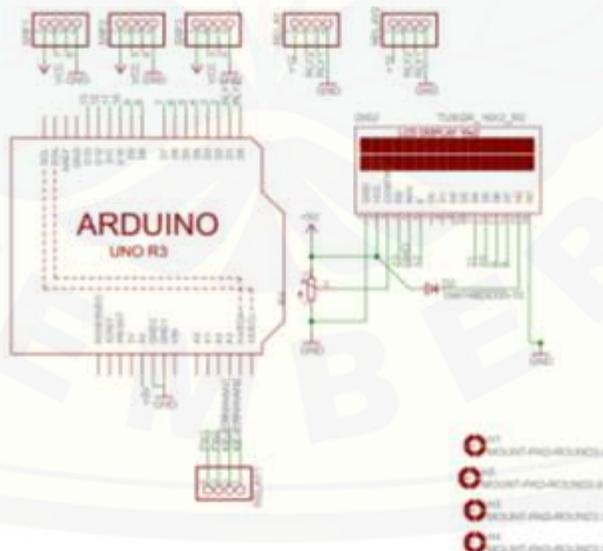
sensor kejernihan akan semakin besar, dan begitu sebaliknya semakin jernih air dalam wadah maka nilai ADC-nya akan semakin kecil. Dari nilai tersebut akan dirata-rata dan digunakan sebagai acuan dalam pemrograman sebagai indikator nilai kekeruhan air.

4.2 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Tujuan dari pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan rencan awal atau tidak. Pengujian rangkaian secara keseluruhan meliputi semua rangkaian yang telah diuji. Sehingga diketahui berfungsi sesuai dengan fungsinya atau tidak pada blok – blok rangkaian.

4.2.1 Menggabungkan Blok Rangkaian

Sebelum pengujian dilakukan terlebih dahulu blok – blok dalam rangkaian digabungkan dan kemudian memasukkan program yang telah dibuat untuk sitem ini agar blok – blok dari rangkaian bekerja sesuai dengan fungsinya. Untuk memasukkan program menggunakan Arduino Uno R3. Dibawah ini rangkaian elektronika secara keseluruhan perancangan alat pemurni air.



Gambar 4.10 Rangkaian Elektronika Secara Keseluruhan

Dari gambar 4.13 diketahui bahwa pusat kontrol dari teknologi pemurni air dimana mengontrol semua sensor pH, sensor kejernihan, sensor *level* air, *relay*, dan LCD. Semua sistem dikontrol melalui arduino uno baik pembacaan sensor, kontrol *relay* dan *display* berupa LCD. Kemudian pada hasil perancangan yang sudah dijelaskan pada gambar 3.17 yaitu model dari rancang bangun teknologi pemurni air secara keseluruhan.



Gambar 4.11 Perancangan Teknologi Pemurni Air

Dari sistem elektronika dan perancangan yang sudah terbentuk dapat diketahui hasil implementasi yang didapat dari pengujian alat secara keseluruhan.

4.2.2 Implementasi Rancang Bangun Teknologi Pemurni Air

Pada sub bab ini membahas tentang hasil dari implementasi setiap bagan baik secara elektronika dan perancangan yang sudah dibuat. Pada perancangan terdiri dari bagan 1 sebagai tempat untuk pengambilan data awal, kemudian pada bagan 2 sebagai filtrasi dengan menggunakan bahan alami, dan yang terakhir adalah bagan 3 yang berupa tempat penampung hasil filtrasi dan dilakukan pengambilan data hasil akhir baik nilai pH dan kejernihan. Pemindahan air dari setiap bagan ke bagan menggunakan 3 pompa serta laju pompa dikontrol oleh 3 sensor *level* air.



Gambar 4.12 Tandon Air Utama

Bedasarkan gambar diatas adalah gambar tempat tandon utama dimana untuk menampung air utama sebelum masuk ke alat di bagian bagan pertama untuk dilakukan pengambilan data nilai awal pada pH dan kejernihan. Pada tandon tersebut menggunakan pompa 1 untuk memindahkan air dari tandon utama menuju bagan pertama. Pompa tersebut nantinya akan dikontrol dengan sensor *level* air agar tidak melebihi volume bagan pertama.



Gambar 4.13 Bagan Alat Pertama

Berdasarkan Gambar diatas adalah gambar tempat bagan pertama sebagai penampung air pertama dari tandon utama. Pada bagan pertama terdapat pompa 2, sensor *level* air, sensor pH, sensor kejernihan dan elektrolisa. Pada bagan pertama akan dilakukan pengambilan data pertama dari nilai pH awal dan nilai kejernihan awal. Kemudian elektrolisa digunakan untuk menggumpalkan air yang ada pada bagan pertama agar lebih bersih sebelum masuk ke bagan kedua untuk dilakukan filtrasi. Pada bagan pertama juga terdapat sensor *level* air yang digunakan untuk mengatur volume air yang akan masuk pada bagan pertama. Pompa 2 pada bagan pertama digunakan untuk memindahkan air pada bagan pertama menuju bagan ke dua untuk filtrasi.



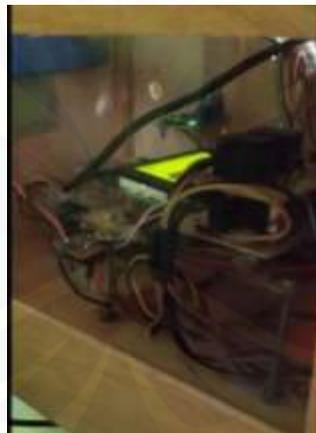
Gambar 4.14 Pengisian Bagan Pertama

Saat tandon utama mengisi akan dijaga ketinggian airnya dengan menggunakan sensor *level* air agar tidak keluar batas, ketika proses pengisian maka sensor pH dan kejernihan akan mendeteksi nilai awal. Elektrolisa juga akan bekerja untuk menggumpalkan kotoran pada air tersebut. Setelah air pada batas yang diinginkan yaitu kurang dari 12 cm maka dari dasar, maka pompa 2 akan hidup untuk membawa air menuju bagan ke 2 untuk dilakukan filtrasi.



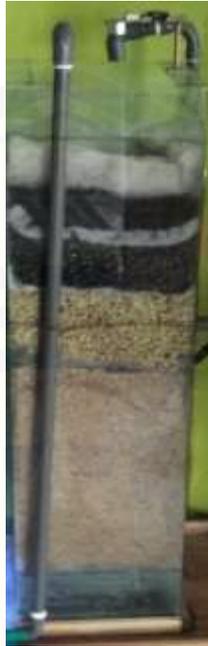
Gambar 4.15 *Stop Kontak*

Berdasarkan gambar diatas, *stop kontak* yang terdapat pada pusat kontrol, digunakan sebagai sumber 220volt untuk memberi tegangan pada pompa 1, pompa 2 dan pompa 3 serta lampu UV. Pada *stop kontak* yang digunakan untuk pompa, terhubung dengan *relay* sehingga kinerja pompa dapat terkontrol dengan baik.



Gambar 4.16 *Box Kontrol Alat*

Berdasarkan gambar diatas, *Box kontrol* diatas digunakan untuk mengontrol sistem kinerja alat baik dari segi sensor, *relay*, elektrolisa, dan *display*. Pada *box kontrol* juga terdapat *power supply* sebagai sumber pada arduino uno r3, sensor serta elektrolisa.



Gambar 4.17 Bagan Alat Dua (Filtrasi)

Pada bagan kedua ini adalah proses air akan dilakukan filtrasi hingga mendapatkan nilai pH dan kejernihan air sesuai dengan kriteria air layak pakai yaitu nilai pH (6,5-8) serta kejernihan kurang dari 25NTU. Pada bagan ke dua filtrasi tersebut terdiri dari kasa, pasir silika, zeolit, arang aktif dan antrasit. Bagan ke dua juga dilengkapi sensor *level* air agar dapat mengontrol keluaran air pada bagan pertama dan kedua agar tidak meluap.



Gambar 4.18 Bagan Dua Terisi Air

Pada saat bagan ke dua terisi maka sensor *level* air akan bekerja memulai menghitung, jika air sudah mencapai ambang batas yang sudah ditentukan maka sensor *level* air tersebut akan mematikan laju pompa dua dan tiga.



Gambar 4.19 Pengisian Bagan Tiga

Berdasarkan gambar diatas pada bagan ke 2 untuk memasukkan air kedalam bagan 3 tidak lagi memerlukan pompa melainkan air langsung mengalir pada bagan ke tiga setelah terfiltrsai pada bagan ke dua.



Gambar 4.20 Bagan Tiga

Pada bagan tiga adalah tempat penampungan akhir dan proses terakhir dari alat ini. Pada bagan tiga ini juga hampir sama seperti pada bagan pertama. Terdapat sensor pH, sensor kejernihan, pompa 3, lampu Uv, dan sensor *level* air. Pada bagan 3 akan dilakukan pengambilan nilai akhir dari proses filtrasi baik dari nilai pH dan kejernihan. Pada bagan 3 menggunakan sensor *level* air digunakan untuk menjaga agar air yang masuk tidak meluap dari bagan 3 dan sensor tersebut akan mematikan pompa 1 dan 2. Ketika nilai pH maupun kejernihan salah satunya belum terpenuhi maka pompa 3 akan hidup dan melakukan proses perulangan pada filtrasi, sehingga air pada bagan 3 akan ditarik lagi menuju filtrasi sehingga mendapatkan nilai pH dan kejernihan yang sesuai dengan standar air layak pakai yaitu pH 6,5-9 serta kejernihan kurang dari 25 NTU. Lampu uv digunakan untuk mematikan bakteri dan kuman kuman yang terdapat pada air tersebut.



Gambar 4.21 *Display LCD*

Berdasarkan gambar diatas yang merupakan tampilan dari LCD, pada kolom pertama baris pada nilai 7,35 adalah indikator nilai pH A (pH pada bagan pertama) dan 7,73 indikator nilai pH B (pH pada bagan ketiga). Pada kolom 2 terdapat nilai 24 adalah pembacaan sensor ketinggian dari bagan pertama, nilai 17 pada bagan kedua dan nilai 36 pada bagan ketiga. Pada kolom ketiga dan empat nilai 16,38 adalah pembacaan sensor kejernihan A (pada bagan pertama) serta nilai 16,39 adalah sensor kejernihan B (pada bagan kedua). Pada keterangan A, B, C dengan

keterangan *on* maupun *off* adalah indikator pompa dimana pompa itu bekerja ataupun tidak.

Setelah dilakukan pengujian alat secara keseluruhan maka didapatkan hasil pengujian berdasarkan nilai pH dan Kejernihan air sampel uji air dari beda kondisi dan beda tempat. Serta hasil dari penggabungan elektronika kemudian diimplementasikan pada perancangan alat maka, alat bekerja dengan baik dan dapat mengambil nilai parameter kejernihan dan pH awal serta nilai pH dan kejernihan air akhir sehingga dapat dilakukan perbandingan nilai baik sebelum maupun sesudah difiltrasi.

4.2.2 Pengujian Kondisi pH Air

Pada tahap ini hasil pengujian dilakukan dengan menggunakan benda uji dimana menggunakan *variable* bebas berupa kondisi air yang berbeda tempat dan sumbernya. Sehingga akan mudah diketahui hasil perbandingan nilai yang didapatkan. Sampel air tersebut hanya mengambil air pada wilayah Kabupaten Jember.

Berdasarkan yang sudah dijelaskan sebelumnya pada Tabel 2.1 daftar persyaratan kualitas air bersih bahwa air layak pakai itu untuk kategori pH pada *range* 6,5-9. Pada tabel 4.10 diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa, pada pengujian baik dari segi air yang telah tercampur dengan air cuka yang mengakibatkan kualitas air menjadi air asam sehingga alat akan bekerja melakukan perulangan hingga mendapatkan air layak pakai pada *range* 6,5-9. Pada tabel tersebut pada kondisi air cuka alat tersebut dapat menstabilkan kadar pH hingga mencapai *range* air layak pakai. Kecuali pada air cuka 900ml dengan nilai paling rendah sebesar 4,54 belum bisa mencapai air layak pakai meskipun dilakukan perulangan filtrasi. Kemudian pada pengujian air sumur didapatkan nilai awal pada beberapa daerah yang kadar pH nya berbeda baik pada kondisi asam, basa dan netral. Pada kondisi air sumur tersebut asam seperti pada air sumur Wilayah Kecamatan Patrang yang nilainya

5,56 alat tersebut juga menjaga kestabilan hingga mendapatkan nilai pada *range* air siap pakai. Pada kondisi air sumur yang nilai awal basa pada air sumur wilayah Jl. Muktisari yang nilai pH nya 10,20 air tersebut mengalami pemfiltrasian berulang hingga mendapatkan nilai yang tepat sesuai dengan *range* air layak pakai, begitu pula air sumur yang sejak awal sudah netral seperti pada air sumur wilayah Jl. Riau yang memiliki nilai pH awal 7,32 alat tersebut menjaga kestabilan nilai pH agar tidak menjadi asam maupun basa. Pada pengujian air hujan yang memiliki nilai awal sebesar 4,02 yang masuk kategori air asam juga berhasil dijadikan air layak pakai sebesar 7,03 pada hasil filtrasi yang terakhir. Dan air PDAM wilayah Kota Jember tersebut dapat kita lihat bahwa air tersebut memang sejak awal sudah bernilai pH netral atau pH yang memang sudah disiapkan untuk warga Kota Jember untuk layak pakai sehingga pada pengambilan nilai awal dari beberapa PDAM tersebut air berada pada *range* pH 7 dan ketika di filtrasi, filtrasi tersebut menjaga nilai pH agar tetap pada kondisi layak pakai.

Pada data pengujian didapatkan nilai pH yang masih naik turun dikarenakan kondisi bentuk perancangan antara bagan ke 2 dan bagan ke 3 yang masih kurang tepat. Air yang masuk dalam proses filtrasi ulang dari bagan 3 ke bagan 2 masih ada sisa dibagan ke 3 sehingga air yang sudah difiltrasi dari bagan 2 masih tercampur dengan air yang belum terfiltrasi ulang pada bagan 3.

Pada kondisi pengujian air baik sebelum dilakukan filtrasi maupun sudah dilakukan filtrasi, air yang ditampung baik tidak diendapkan lebih dahulu maupun diendapkan terlebih dahulu kondisi pH tetap pada *range* tersebut. Pada saat pengujian pH seperti sebelumnya pada tabel 4.8 pengujian dengan menggunakan *buffer* pH 4. Pada pengujian air cuka juga mengalami hal sama yaitu sensor pH yang digunakan sangat sensitif terhadap perubahan terutama pada bahan yang mengandung asam. Sehingga perubahan yang didapatkan sangat cepat tetapi jika dikalibrasi ulang membutuhkan waktu yang lama untuk pengembalian kondisi seperti awal.

Tabel 4.10 Uji Kondisi Nilai Kadar pH Pada Sampel Air Uji

No	Air Sampel Wilayah Kab. Jember	pH Air Awal	pH Air Filtrasi 1	pH Air Filtrasi 2	pH Air Filtrasi 3	pH Air Filtrasi 4
1	Air Cuka 160 ml	5,85	5,98	6,34	6,78	7,10
2	Air Cuka 460 ml	5,32	5,82	6,15	6,64	6,98
3	Air Cuka 760 ml	4,73	5,04	5,77	6,25	6,82
4	Air Cuka 900 ml	4,54	4,83	5,20	5,67	6,26
5	Air Sumur wil. Muktisari	10,20	9,59	8,77	8,11	7,58
6	Air Sumur Wil. Jl. Kalimantan	6,51	7,22	7,43	7,23	7,28
7	Air Sumur Wil. Jl. Jawa	7,27	7,32	7,29	7,46	7,60
8	Air Sumur Wil. Patrang, Dr Soebandi	8,85	8,45	8,07	7,72	7,45
9	Air Sumur Wil. Jl. Tidar	9,04	8,67	8,23	7,89	7,35
10	Air Sumur Wil. Patrang	5,56	6,08	6,78	6,97	7,12
11	Air Sumur Wil. Puri Bunga Nirwana	8,67	8,45	8,11	7,85	7,50
12	Air Sumur Wil. Jl. Riau	7,37	7,25	7,33	6,81	6,92
13	Air Hujan	4,02	6,08	6,78	7,10	7,03
14	PDAM Wil. Patrang	7,63	7,42	7,44	7,33	7,26
15	PDAM Wil. Taman Gading	7,98	7,01	7,18	7,34	7,18
16	PDAM Wil. Perum Mastrip	7,33	7,44	6,97	7,03	7,03
17	PDAM Wil. Arjasa	7,61	7,03	7,21	7,31	7,25
18	PDAM Wil. Pakusari	7,91	7,17	7,20	7,68	7,32
19	PDAM Wil. Kalisat	7,32	7,38	6,97	6,97	7,03
20	PDAM Wil. Semboro	7,20	7,21	7,04	7,09	6,96
21	PDAM Wil. Puri Bunga Nirwana	7,44	7,31	7,40	7,32	7,21

4.2.3 Pengujian Kondisi Kejernihan Air

Tabel 4.11 Uji Kondisi Nilai Kadar Kejernihan Pada Sampel Air Uji

No	Air Sampel Wilayah Kab. Jember	Kejernihan Awal	Kejernihan Filtrasi 1	Kejernihan Filtrasi 2	Kejernihan Filtrasi 3	Kejernihan Filtrasi 4
1	Air Sumur wil. Muktisari	2,05	2,14	2,23	2, 31	2,23
2	Air Sumur Wil. Jl. Kalimantan	2,23	3,05	3,14	2,23	1,14
3	Air Sumur Wil. Jl. Jawa	2,77	2,59	2,49	2,41	2,23
4	Air Sumur Wil. Patrang, Dr Soebandi	4,14	3,23	2,23	2,14	1,77
5	Air Sumur Wil. Jl. Tidar	4,05	3,77	3,49	3,05	2,77
6	Air Sumur Wil. Patrang	4,15	3,49	3,32	2,77	2,59
7	Air Sumur Wil. Jl. Riau	4,04	3,49	2,45	2,05	1,96
11	Air Sumur Wil. Puri Bunga Nirwana	3,98	3,54	2,68	2,31	2,03
8	Air Hujan	5,67	5,43	4,77	3,65	2,98
9	PDAM Wil. Patrang	3,74	3,32	2,90	2,74	1,92
10	PDAM Wil. Taman Gading	2,98	2,87	2,56	1,98	1,96
11	PDAM Wil. Perum Mastrip	2,77	2,56	2,32	2,23	2,17
12	PDAM Wil. Arjasa	2,98	2,74	2,67	2,43	2,45
13	PDAM Wil. Pakusari	2,00	2,74	2,23	1,96	1,92
14	PDAM Wil. Kalisat	2,56	3,05	3,00	2,74	2,23
15	PDAM Wil. Semboro	2,00	1,96	2,14	2,23	1,14
21	PDAM Wil. Puri Bunga Nirwana	2,98	2,68	2,56	1,98	1,96

Pada tahap ini hasil pengujian dilakukan dengan menggunakan benda uji dimana menggunakan *variable* bebas berupa kondisi air yang sama seperti kondisi

pengujian pH yaitu berbeda tempat dan sumbernya. Sehingga akan mudah diketahui hasil perbandingan nilai yang didapatkan. Air yang diuji antara lain air sumur beda sumber tempat, air hujan dan air PDAM beda sumber

Berdasarkan yang sudah dijelaskan sebelumnya pada Tabel 2.1 daftar persyaratan kualitas air bersih bahwa air layak pakai itu untuk kategori kekeruhan pada *range* 25NTU. Pada tabel 4.11 diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa, semua benda uji baik air sumur, air hujan dan air PDAM sejak awal memang jernih dan ketika dilakukan pengujian alat tersebut, hasil awal sebelum dilakukan filtrasi menghasilkan nilai kejernihan antara 4,15-1,14 NTU. Ketika sudah dilakukan filtrasi dengan mengambil 4x perlakuan filtrasi, alat tersebut mampu menjaga kestabilan tingkat kejernihan semua air yang diuji.

Pada data pengujian didapatkan nilai kejernihan yang masih naik turun dikarenakan kondisi bentuk perancangan antara bagan ke 2 dan bagan ke 3 yang masih kurang tepat. Air yang masuk dalam proses filtrasi ulang dari bagan 3 ke bagan 2 masih ada sisa dibagan ke 3 sehingga air yang sudah difiltrasi dari bagan 2 masih tercampur dengan air yang belum terfiltrasi ulang pada bagan 3.

Kondisi sensor kejernihan ini sangat sensitif akan perubahan kondisi cahaya dari luar, sehingga hasil pengukuran ketika beda kondisi pencahayaan maka hasil data juga akan berbeda. Pada kondisi pengujian air baik sebelum dilakukan filtrasi maupun sudah dilakukan filtrasi, air yang ditampung baik tidak diendapkan lebih dahulu maupun diendapkan terlebih dahulu kondisi kejernihan tetap pada *range* tersebut. Kondisi filtrasi akan lebih maksimal dan efektif jika dilakukan berkelanjutan baik dari segi bahan filtrasinya sendiri akan bersih begitu juga air yang dihasilkan.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil pengujian, alat dapat bekerja dengan nilai pH setelah dilakukan 4 kali filtrasi yaitu berkisar antara 6,82-7,60. Sedangkan nilai kejernihan air berkisar 1,14-2,98. Hasil ini sesuai dengan persyaratan air layak pakai yaitu pH 6,5-9 dan kejernihan air di bawah 25 NTU. Dapat dilihat pada tabel 4.15 dan tabel 4.16.
- Pada saat pengujian pH, sensor pH yang digunakan sangat sensitif terhadap perubahan terutama pada bahan yang mengandung asam dan pada sensor kejernihan sangat sensitif akan perubahan kondisi cahaya dari luar.
- Pada saat pengujian pada air yang berada pada kondisi ekstrim yaitu asam (dibawah 4,5) maupun basah (diatas 9) memerlukan proses filtrasi secara berulang kali untuk mendapatkan nilai sesuai standar layak pakai. Dapat dilihat pada tabel 4.15 dan tabel 4.16.

5.2 Saran

Perlu dilakukan analisa lebih lanjut pada filter agar mendapatkan nilai yang optimal. Pada perancangan agar menggunakan bahan lain selain kaca karena rentan bocor maupun pecah serta perlu perbaikan model perancangan dan penempatan sensor agar mendapatkan nilai yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Fatah, H.Lukman dan Septian Habiansyah. 2014. *Alat Pendeteksi Kekeuhan Air Pada Toren Dengan Sensor LDR dan BUZZER Berbasis ATMEGA8535*. Jurnal Teknik Informatika STMIK LPKIA. Bandung.
- Ferdian Yudhistira, Aldi. 2014. *Rancang Bangun Alat Bantu Parkir Mobil Menggunakan Sensor Jarak Ultrasonik Berbasis Arduino Uno*. Jurnal Tugas Akhir Program Studi D-III Teknik Telekomunikasi STT Telematika Telkom Purwokerto. Purwokerto.
- Himam Haqiqi, Sohibul. 2008. *PH Meter Elektroda*. Makalah Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Malang.
- Indarto. 2010. Hidrologi “Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi. Bumi Aksara. Jakarta.
- J. Kodoatie, Robert dan Roestam Sjarief. 2010. *Tata Ruang Air*. Penerbit : Andi Jogjakarta. Jogjakarta.
- Nugraha, Zaid Marhi dan Ali Musyafa’. _ . *Perancangan Kontrol PID Untuk Mengatur Tingkat Kejernihan Air Pada Sistem Pengolahan Air Bersih Skala Rumah Tangga*. Jurnal Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri Institut Sepuluh November (ITS). Surabaya.
- Noorulil A, Bayu dan Ratna Adil. _ . *Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Mengukur Kadar Keasaman Susu Cair Sari Buah dan Soft Drink*. Jurnal Teknik Elektronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Surabaya.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010. *Persyaratan Kualitas Air Minum*.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IV/2010. *Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air*.

- Sosrodarsono, Ir. Suyono.1976 Hidrologi Untuk Pengairan (cetakan ketujuh). Pradnya Paramita. Jakarta.
- Winasis, Ganjar dan Ajub Ajulian. 2014. *Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Ketinggian Air Berbasis Mikrokontroller Arduino Pada PT.Angkasa Pura I (Persero) Bandara Ahmad Yani Semarang*. Makalah Seminar Kerja Praktek Teknik Eletro Universitas Diponegoro. Semarang.
- Yefri Hendrizon, Wildian. 2012. *Rancang Bangun Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Zat Cair Berbasis Mikrokontroller AT89S51 Menggunakan Sensor Fototransistor dan Penampil LCD*. Jurnal Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas. Padang.

LAMPIRAN

Program alat (*source code*)

```
#include <NewPing.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(13, 12, 11, 10, 9, 8);
#define SONAR_NUM 3 // Number of sensors.
#define MAX_DISTANCE 200 // Maximum distance (in cm) to ping.
#define PING_INTERVAL 33 // Milliseconds between sensor pings (29ms is about the min to
avoid cross-sensor echo).
const int RelayPompa1= 14;
const int RelayPompa2= 15;
const int RelayPompa3= 1;
const int RelayPompa4= 0;
unsigned long pingTimer[SONAR_NUM]; // Holds the times when the next ping should
happen for each sensor.
unsigned int cm[3]; // Where the ping distances are stored.
uint8_t currentSensor = 0; // Keeps track of which sensor is active.
NewPing sonar[3] = { // Sensor object array.
    NewPing(7, 6, MAX_DISTANCE), // Each sensor's trigger pin, echo pin, and max distance to
ping.
    NewPing(5, 4, MAX_DISTANCE),
    NewPing(3, 2, MAX_DISTANCE)
};
void setup() {
    //
    Serial.begin(9600);
```

```
pingTimer[0] = millis() + 75;    // First ping starts at 75ms, gives time for the Arduino to
chill before starting.

for (uint8_t i = 1; i < 3; i++) // Set the starting time for each sensor.
pingTimer[i] = pingTimer[i - 1] + PING_INTERVAL;

lcd.begin(16, 4);

pinMode(RelayPompa1, OUTPUT);
pinMode(RelayPompa2, OUTPUT);
pinMode(RelayPompa3, OUTPUT);
}

void loop() {
for (uint8_t i = 0; i < 3; i++) { // Loop through all the sensors.
if (millis() >= pingTimer[i]) {    // Is it this sensor's time to ping?

pingTimer[i] += PING_INTERVAL * 3; // Set next time this sensor will be pinged.

if (i == 0 && currentSensor == 3 - 1) oneSensorCycle(); // Sensor ping cycle complete, do
something with the results.

sonar[currentSensor].timer_stop();    // Make sure previous timer is canceled before
starting a new ping (insurance).

currentSensor = i;                    // Sensor being accessed.

cm[currentSensor] = 0;                // Make distance zero in case there's no ping echo for
this sensor.

sonar[currentSensor].ping_timer(echoCheck); // Do the ping (processing continues,
interrupt will call echoCheck to look for echo).
}
}
}

void echoCheck() { // If ping received, set the sensor distance to array.

if (sonar[currentSensor].check_timer())

cm[currentSensor] = sonar[currentSensor].ping_result / US_ROUNDTRIP_CM;
```

```
}  
void oneSensorCycle() { // Sensor ping cycle complete, do something with the results.  
  for (uint8_t i = 0; i < 3; i++) {  
    }  
    lcdshowping();  
  }  
void lcdshowping(){  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print(cm[0]);  
  lcd.print(" ");  
  lcd.setCursor(4,1);  
  lcd.print(cm[1]);  
  lcd.print(" ");  
  lcd.setCursor(8,1);  
  lcd.print(cm[2]);  
  lcd.print(" ");  
  //////////////////////////////////////  
  int avgValue1= analogRead(A4);  
  float pHValue1=(((float)avgValue1*-0.027)+22.04);  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print(pHValue1,2);  
  int avgValue2= analogRead(A5);//-0,027x + 22,61  
  float pHValue2=(((float)avgValue2*-0.019)+17.78);  
  lcd.setCursor(6,0);  
  lcd.print(pHValue2,2);  
  //Serial.print(pHValue2,2);
```

```
//Serial.print(" ");
//Serial.println(avgValue2);

int sensorJernih1 = analogRead(A2);
float Kejernihan1 = (((float)sensorJernih1*0.09/17.25)+0.86); //17,25
float KejernihanA = Kejernihan1-1.8;
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print(KejernihanA);
lcd.print(" ");
int sensorJernih2 = analogRead(A3);
float Kejernihan2 = (((float)sensorJernih2*0.09/36.25)+0.86); //36,25
float KejernihanB = Kejernihan2-1.65;
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print(KejernihanB);
lcd.print(" ");
Serial.print(Kejernihan2,2);
Serial.print(" ");
Serial.println(sensorJernih2);
////////////////////////////////////
if (cm[0]<20)
{
lcd.setCursor(11,1);
lcd.print("B:OFF");
lcd.print(" ");
digitalWrite(RelayPompa2, LOW);
}
```

```
else
{
  lcd.setCursor(11,1);
  lcd.print("B:ON");
  lcd.print(" ");
  digitalWrite(RelayPompa2,HIGH);
}
if ((cm[0]<20) || (cm[2]<15))
{
  lcd.setCursor(11,0);
  lcd.print("A:OFF");
  lcd.print(" ");
  digitalWrite(RelayPompa1, LOW);
}
else
{
  lcd.setCursor(11,0);
  lcd.print("A:ON");
  lcd.print(" ");
  digitalWrite(RelayPompa1, HIGH);
}
if ((pHValue1<9)&&(pHValue1>6.5)&&(Kejernihan2<25))
{
  lcd.setCursor(7,2);
  lcd.print("C:OFF");
  lcd.print(" ");
```

```
digitalWrite(RelayPompa3, LOW);  
}  
else  
{  
  lcd.setCursor(7,2);  
  lcd.print("C:ON");  
  lcd.print(" ");  
  digitalWrite(RelayPompa3, HIGH);  
}  
}
```

