

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM MONITORING KUALITAS
AIR (PH DAN KEKERUHAN) DAN KONTROL LEVEL KETINGGIAN
AIR BERBASIS ARDUINO UNO PADA TANDON AIR**

SKRIPSI

OLEH :

TONY HIDAYAT

NPM 202222005



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS KALTARA
2026**

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING LEVEL KETINGGIAN
DAN PH AIR BERBASIS ARDUINO UNO PADA TANDON AIR**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Sarjana Universitas Kaltara Tanjung Selor

Disusun dan Diajukan oleh

Tony Hidayat

NPM 202222005

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS KALTARA
TANJUNG SELOR
2026**

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan sidang panitia ujian skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Kaltara Tanjung Selor pada tanggal

Dewan Penguji

Penguji I

Penguji II

Ayu Lingga Ratna Sari, S.Si., M.Pd
NIDN. 11080492.02

Dady Suliaman, M.Pd
NIDN. 11.141292.01

Mengesahkan,
Dekan Fakultas MIPA

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Ratna Dwi Christyanti, M.Si
NIDN. 11.190990.01

Siti Maria Ulva, M.Pd
NIDN. 11.190990.01

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS KALTARA
TANJUNG SELOR**

Kami dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang telah ditulis oleh

TONY HIDAYAT
NPM 202222005

Dengan Judul penelitian:

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM MONITORING KUALITAS
AIR (PH DAN KEKERUHAN) DAN KONTROL LEVEL KETINGGIAN
AIR BERBASIS ARDUINO UNO PADA TANDON AIR**

Diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

Menyetujui :
Pembimbing

Siti Maria Ulva, M.Pd
NIDN 11.190990.01

Dekan Fakultas MIPA

Ketua Jurusan Fisika

Ratna Dwi Christyanti, M.Si
NIDN 11.110388.02

Siti Maria Ulva, M.Pd
NIDN 11.190990.01

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tony Hidayat

NPM : 202222005

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti dan dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Tanjung Selor,

Yang membuat pernyataan

(Tony Hidayat)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“ Widya Castrena Dharma Siddha “
(Resimen Mahasiswa Indonesia)

“Satria Cendekia Utama”
(Satuan 874)

"Aja Keminter Mundak Keblinger, Aja Cidra Mundak Cilaka"
(Ki Lurah Semar Bodronoyo)

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur saya persembahkan hasil tugas Skripsi ini kepada :

1. Keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan materi maupun spiritual dalam menyelesaikan tugas akhir Skripsi ini khususnya kepada Kedua orang tua baik Ibu maupun Alm. Bapak, serta Istri dan Anak-Anak penulis.
2. Segenap civitas akademika Universitas Kaltara baik dosen Pembimbing, staff pengajar, karyawan, dan seluruh Mahasiswa.
3. Pimpinan dan staf UPTD Metrologi Legal Kabupaten Bulungan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Kualitas Air (pH dan Kekeruhan) dan Kontrol Level Ketinggian Air Berbasis Arduino Uno Pada Tandon Air”. Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium UPTD Metrologi Legal Kabupaten Bulungan.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan berupa saran, dukungan, dan semangat dalam pelaksanaan pengambilan data dan penyelesaian tugas akhir Skripsi kepada :

1. Ibu Ratna Dwi Christyanti, M.Si., selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Kaltara yang telah mengesahkan penyusunan laporan tugas akhir skripsi.
2. Ibu Siti Maria Ulva, M.Pd., selaku Kepala Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Kaltara yang telah membantu memperlancar administrasi penyusunan laporan tugas akhir skripsi; sekaligus sebagai Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, dukungan, saran dan nasehat selama kegiatan penelitian;
3. Ibu Ayu Lingga Ratna Sari, S.Si, M.Pd selaku Dosen Penguji I dan Bapak Dady Sulaiman, M.Pd selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan saran, masukan dan koreksi yang berharga dalam penyusunan laporan tugas akhir skripsi.
4. Ibu Rosmiati Arif, S.Si., selaku Staf Tata Usaha Fakultas MIPA Universitas Kaltara yang banyak membantu kelancaran proses administrasi dari awal perkuliahan sampai penyusunan laporan tugas akhir skripsi.
5. Bapak Zainal Abidin, ST., selaku Kepala UPTD Metrologi Legal Kabupaten Bulungan yang telah memberikan ijin, fasilitas dan bimbingan teknis selama kegiatan penelitian.

6. Semua pihak yang terlibat dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir skripsi yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu.

Semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan selama penelitian sampai terselesaikannya tugas akhir skripsi ini mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir skripsi ini memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun sebagai bahan introspeksi untuk kedepannya. Penulis mengucapkan terima kasih dan semoga tugas akhir skripsi ini berguna bagi pembaca.

Tanjung Selor, 29 Januari 2026

Penulis

Tony Hidayat, A.Md

Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Kualitas Air (pH dan Kekeruhan) dan Kontrol Level Ketinggian Air Berbasis Arduino Uno Pada Tandon Air

Penelitian ini bertujuan untuk mewujudkan rancangan pemodelan sistem monitoring kualitas air (pH dan kekeruhan) dan sistem kontrol level ketinggian air berbasis arduino. Alat ini menggunakan sensor ultrasonik untuk membaca level, sensor pH untuk membaca pH dan sensor kekeruhan untuk membaca kekeruhan air. Mikrokontroler akan memberikan perintah ke rangkaian output berupa display nilai level, status pompa, nilai pH dan nilai kekeruhan serta mengendalikan relay untuk menghidupkan dan mematikan pompa. Penelitian yang dilakukan menghasilkan sistem monitoring pH dan kekeruhan serta kontrol otomatis yang dapat menghidupkan dan mematikan pompa air untuk mengisi tandon air. Pompa air akan menyala jika level kurang dari 6 cm dan akan mati saat level mencapai 25 cm. Kesalahan pembacaan sensor ultrasonik sebesar 0%, sensor ph sebesar 4,11 % pada pH standar 4,01 dan 1,46 % pada pH. standar 9,18. Untuk sensor kekeruhan sebesar 0,43% pada tingkat kekeruhan 0,5 NTU..

Kata kunci : level, pH, kekeruhan, 4502C, HC-SR04, SEN0189, Arduino Uno.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sistem Monitoring Kualitas Air (pH dan Kekeruhan)	8
2.2 Sistem Kontrol Level Ketinggian Air	9
2.3 Perangkat Penyusun Sistem Monitoring dan Kontrol	10
2.3.1 Sensor Ultrasonik	10
2.3.2 Arduino Uno	11
2.3.3 Display LCD	12
2.3.4 Relay dan Pompa Air	15
2.3.5 Modul Sensor pH	22
2.3.6 Modul Sensor Kekeruhan	25
2.4 Kerangka Berpikir	26

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	28
3.2 Jenis Penelitian	28
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	28
3.4 Prosedur Kerja Penelitian	30
3.5 Perancangan <i>Hardware</i>	35
3.6 Flowchart Kerja Alat	36
3.7 Perancangan Skema Rangkaian dan Instalasi	41
3.8 Perancangan <i>Software</i>	42
3.9 Diagram Alir Penelitian	45

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras	40
4.2 Hasil Pengujian dan Kalibrasi Perangkat Keras	44
4.3 Penyusunan Kode Intruksi	58

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62

DAFTAR PUSTAKA	64
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN - LAMPIRAN	66
----------------------------------	-----------

RIWAYAT HIDUP	69
----------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Instruksi Dasar LCD	14
Tabel 2.2	Perbedaan EMR dan SSR	17
Tabel 3.1	Alat-alat Penelitian	28
Tabel 3.2	Bahan-bahan Penelitian	29
Tabel 4.1	Jalur Hubungan Pin LCD	40
Tabel 4.2	Jalur Hubungan Pin Sensor Ultrasonik	41
Tabel 4.3	Jalur Hubungan Pin Sensor Kekeruhan	42
Tabel 4.4	Jalur Hubungan Pin Sensor pH	43
Tabel 4.5	Jalur Hubungan Pin Relay	45
Tabel 4.6	Tabel Perbandingan Hasil Pembacaan Sensor dan Jarak Uji	46
Tabel 4.7	Data ADC Saat Kekeruhan 0,5 NTU	48
Tabel 4.8	Data Pembacaan Sensor Pada Kekeruhan 0,5 NTU	50
Tabel 4.9	Data Tegangan Saat pH 4,01	52
Tabel 4.10	Data Tegangan Saat pH 9,18	53
Tabel 4.11	Pembacaan Sensor dengan Ph 4,01	54
Tabel 4.12	Pembacaan Sensor dengan Ph 9,18	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Modul Sensor Ultrasonic	10
Gambar 2.2	Board Arduino Uno.....	12
Gambar 2.3	Koneksi I2C LCD dengan Arduino.....	13
Gambar 2.4	Koneksi I2C LCD dengan ESP32.....	14
Gambar 2.5	Koneksi I2C LCD dengan Raspberry Pi.....	14
Gambar 2.6	Modul LCD I2C 20 x 4	15
Gambar 2.7	Konstruksi Dasar Relay	16
Gambar 2.8	Modul Relay	19
Gambar 2.9	Contoh Aplikasi Modul Relay dengan Arduino	19
Gambar 2.10	Alur Logika Kontrol	21
Gambar 2.11	Skema Dasar Otomatisasi Menggunakan Arduino	21
Gambar 2.12	Pompa Air	22
Gambar 2.13	Module Sensor pH	25
Gambar 2.14	Modul Sensor Kekeruhan	26
Gambar 2.15	Diagram Kerangka Berpikir	27
Gambar 3.1	Flowchart Kerja Alat	34
Gambar 3.2	Skema Rangkaian Alat	35
Gambar 3.3	Skema Instalasi Sistem	35
Gambar 4.1	Integrasi LCD dengan Arduino	40
Gambar 4.2	Integrasi Sensor Ultrasonik dengan Arduino	41
Gambar 4.3	Integrasi Sensor Kekeruhan dengan Arduino	42
Gambar 4.4	Integrasi Sensor pH dengan Arduino	43
Gambar 4.5	Integrasi Relay dan Pompa Air dengan Arduino	44
Gambar 4.6	Foto Kalibrasi Sensor Ultrasonik	47
Gambar 4.7	Grafik dan Persamaan Linier	49
Gambar 4.8	Foto Kalibrasi Sensor Kekeruhan	50
Gambar 4.9	Konektor BNC yang dihubungkan-singkatkan	51

Gambar 4.10	Proses Kalibrasi Sensor pH	56
Gambar 4.11	Tampilan LCD 20 x 4	57
Gambar 4.12	Modul Relay. Kiri : Relay Mati. Kanan : Relay Aktif	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Kegiatan.....	67
--------------------------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu sumber daya alam yang diberikan Tuhan Yang Maha Esa kepada setiap manusia di muka bumi sebagai hal yang sangat berharga keberadaannya dengan maksud untuk keperluan dan keberlangsungan setiap makhluk hidup yang ada yaitu air. Dalam segala macam kegiatan manusia yang ada, air merupakan suatu kebutuhan pokok untuk melangsungkan berbagai kegiatan sehari-hari, seperti halnya keperluan rumah tangga, misalnya untuk minum, masak, mandi, mencuci, keperluan suatu perusahaan atau industri, dan keperluan perdagangan, serta keperluan pertanian dan peternakan, keperluan pelayaran dan lain sebagainya. Tentu sangat banyak sekali kegiatan yang bergantung pada air itu sendiri, oleh karena itulah air sangat berfungsi penting dan sangat berperan bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini (Bilqis Hanifa, 2023).

Sebagaimana yang tertulis dalam Undang-Undang No. 17 Tahun 2019 mengenai Sumber Daya Air, mengatakan bahwa yang dimaksud dengan air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan higiene perorangan dan/atau rumah tangga. Sedangkan Air Minum adalah air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Dalam peraturan tersebut terdapat standar kualitas setiap parameter fisik, kimia, biologis dan radiologis maksimum yang dibolehkan. Dari rincian parameter tersebut, terdapat standar pH dan kekeruhan yang diperbolehkan

dalam air untuk keperluan higiene dan sanitasi yaitu sebesar 6,5 – 8,5 untuk pH air dan kurang dari 3 NTU untuk kekeruhan air.

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan, atau benda. pH normal memiliki nilai 7, pH lebih besar dari 7 menunjukkan sifat basa, sedangkan nilai pH kurang dari 7 menunjukkan sifat asam. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat keasaman yang rendah (Joko, 2010). Nilai pH yang lebih dari nilai 7 menunjukkan sifat korosi yang rendah sebab semakin rendah pH maka sifat korosinya semakin tinggi. Nilai pH air yang lebih besar dari nilai 7 memiliki kecenderungan untuk membentuk kerak dan kurang efektif dalam membunuh bakteri sebab akan lebih efektif pada kondisi netral atau bersifat asam lemah (Astari, 2009).

Kekeruhan dinyatakan dalam satuan unit turbiditas yang setara dengan 1 mg/liter SiO₂. Kekeruhan disebabkan oleh adanya benda tercampur atau partikel koloid di dalam air. Hal ini membuat perbedaan nyata dari segi estetika maupun dari segi kualitas air. Skala NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) ditentukan berdasarkan metode nephelometric. Pada metode ini, sumber cahaya dilewatkan pada sampel dan intensitas cahaya yang dipantulkan oleh partikel terlarut diukur dengan menggunakan suspensi polimer formazin sebagai larutan standar. Semakin tinggi intensitas cahaya yang dihamburkan, maka semakin tinggi pula kekeruhannya (Hefni Effendi, 2003). Pengkonsumsian air keruh dapat mengakibatkan timbulnya berbagai jenis penyakit seperti diare dan penyakit kulit, selain itu juga tentunya tidak baik untuk konsumsi manusia dari segi kesehatan (Dani Rohpandi, 2021).

Untuk memastikan kualitas air yang pantas konsumsi, dibutuhkan adanya upaya pengolahan yang baik serta pengawasan secara rutin. Oleh sebab itu, proses uji kelayakan air guna dikonsumsi sangat diperlukan oleh lembaga penguji maupun masyarakat. Saat ini, umumnya dilaksanakan

pengujian kelayakan air di laboratorium (Pratmono, Ardiansyah, Widodo, & Titiani, 2019). Kelemahan dari segi waktu pemeriksaan di laboratorium lingkungan terutama terletak pada proses yang memakan waktu, seperti inkubasi sampel dan analisis data. Selain itu, waktu tunggu hasil pemeriksaan juga bisa menjadi masalah, terutama jika data tersebut dibutuhkan segera untuk pengambilan keputusan.

Saat ini pembangunan rumah selalu dilengkapi dengan tandon air untuk menyimpan air yang diproduksi oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) maupun yang bersumber dari air hujan. Hal ini bertujuan agar air dapat ditampung dengan harapan ketersediaannya bisa terjaga. Dalam memantau kualitas air dalam tandon, membutuhkan banyak peralatan dan sebagian besar tandon diletakkan di atas 4-5 meter dari permukaan tanah. Posisi tandon air yang tinggi memungkinkan pengguna tidak dapat mengetahui keadaan air dalam tandon tersebut apakah keruh atau tidak. Pemeriksaan tandon secara manual akan membutuhkan banyak peralatan dan cukup beresiko dikarenakan harus menggunakan tangga untuk mencapai tandon yang berada di atas permukaan tanah (Yudha Bagus, 2022). Tidak adanya indikator ketinggian air yang memberikan informasi yang akurat pada sebuah tandon bisa menyebabkan kesulitan dalam menentukan volume air pada tandon itu kosong ataupun penuh (Indra Gunawan, 2020).

Dalam pengisian penampungan air tentunya menggunakan pompa air untuk mengalirkan air di dalam tandon air. Pengisian air pada tandon yang ada sekarang masih menggunakan sistem manual oleh penggunanya. Pengisian air tandon dengan sistem manual sering menimbulkan pemborosan air jika penggunanya lalai mematikan pompa air, sehingga air akan keluar terus-menerus. Kelalaian mematikan pompa air akan berakibat pemborosan air dan secara tidak langsung akan berakibat menambah pemakaian energi listrik yang dikeluarkan oleh pengguna (Abu Lailil, 2019).

Pengelolaan air pada tandon atau penampungan air sudah dikembangkan sebelumnya dengan sistem pelampung dan sistem level

switch. Sistem pelampung biasanya berbentuk bola pelampung yang akan mengatur buka-tutup air sesuai dengan level air dalam tandon. Sistem pelampung ini murni mekanis, saat level air dalam toren turun mencapai level terendah dari bola pelampung, maka alat ini secara mekanis akan membuka aliran air untuk pengisian. Bila level air sudah mencapai level ketinggian dari bola pelampung, maka aliran air akan ditutup secara mekanis juga. Jadi sistem kerjanya adalah keran yang bisa buka-tutup secara otomatis. Terdapat beberapa Kelemahan pada sistem ini yaitu mudah bocor pada bagian keran tersebut, karena keran juga harus bisa menahan tekanan air dalam pipa yang keluar dari mesin pompa air (Eki Dewanto 2018).

Sistem pemantauan air secara manual memerlukan pengawasan rutin oleh manusia, yang rawan kelalaian dan tidak efisien. Sistem otomatis yang dapat memantau dan menampilkan kondisi air secara real-time menjadi solusi yang dibutuhkan untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan air. Integrasi LCD dalam sistem ini memungkinkan pengguna memantau informasi level dan pH air secara langsung tanpa alat tambahan. Hal ini menambah nilai praktis dan user-friendly dari sistem yang dirancang, terutama untuk pengguna umum. Sistem ini sejalan dengan tren "smart home" dan pengelolaan sumber daya air berbasis teknologi. Dapat berkontribusi pada edukasi masyarakat dalam menggunakan teknologi sederhana untuk mendukung konservasi air.

Banyak teknologi canggih tersedia, namun biayanya relatif mahal dan tidak fleksibel untuk kebutuhan skala kecil. Arduino Uno menjadi solusi tepat karena bersifat open-source, mudah diprogram, dan ekonomis untuk membangun sistem monitoring. Tersedianya sensor level ketinggian (misalnya sensor ultrasonik), sensor pH dan sensor kekeruhan yang kompatibel dengan Arduino mendukung pembuatan sistem monitoring terintegrasi. Sistem ini dapat dilengkapi dengan LCD atau komunikasi nirkabel untuk memudahkan pengguna.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Saidi, dkk..(2021) dengan judul “Arduino Based Smart Phone Liquid Level Monitoring System Using Ultrasonic Sensor”. Penelitian ini melakukan pemantauan pada ketinggian air pada tandon air dalam rumah tangga dengan memanfaatkan Arduino UNO R3, sensor ultrasonic, dan Bluetooth. Fungsinya untuk mengetahui ketinggian air sesuai dengan pembacaan pada sensor ultrasonik. Kemudian, hasil pembacaan akan ditransfer oleh Arduino melalui Bluetooth ke smartphone yang telah terhubung oleh Bluetooth yang ada pada prototipe. Jika air pada tandon habis ataupun penuh, maka akan ada indikator melalui buzzer yang berbunyi. Namun kekurangan pada penelitian ini ketika tandon sudah mulai habis maupun penuh kita menyalakan dan mematikan secara manual.

Penelitian untuk menguji kontrol level air dan monitoring tingkat kekeruhan air dalam tandon juga telah dilakukan oleh Yudi, dkk..(2025) dengan judul “Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Air Tandon Dengan Memanfaatkan *Ultrasonic HC SR-04* dan *Optical Turbidity Sensor*”. Sistem ini mengendalikan ketinggian air agar terjaga ketersediaannya di tandon serta sebagai monitor terhadap kekeruhan air dalam tandon. Kekurangan sistem ini adalah tidak menyertakan pengukuran pH dimana pH juga sangat penting untuk diperhatikan.

Dari berbagai macam penelitian yang telah ada tersebut dan mengingat pentingnya efisiensi pengelolaan kuantitas dan kualitas air, penelitian ini memiliki nilai terapan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring kualitas air dan kontrol level ketinggian air pada tandon secara otomatis dan real-time, dengan biaya yang relatif murah namun efektif. Sistem ini dapat diterapkan di mana saja, maka penulis bermaksud untuk melakukan penulisan ilmiah dengan judul **“Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Kualitas Air (pH dan Kekeruhan) dan Kontrol Level Ketinggian Air Berbasis Arduino Uno Pada Tandon Air”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis dapat mengidentifikasi masalah adalah bagaimana merealisasikan Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Kualitas Air (pH dan Kekeruhan) dan Kontrol Level Ketinggian Air Berbasis Arduino Uno Pada Tandon Air?

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan sistem ini, penulis memberikan batasan masalah pada penelitian ini meliputi :

- 1) Secara keseluruhan sistem yang dirancang adalah purwarupa dengan skala yang lebih kecil baik dari segi dimensi, kapasitas dan tegangan catu daya dibandingkan dengan tandon air dan pompa yang biasanya digunakan dalam skala rumah tangga.
- 2) Sistem bertugas mengisi tandon air secara otomatis menggunakan pompa air yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino dan menampilkan nilai pH dan kekeruhan air pada tandon air.
- 3) Perangkat masukan yang digunakan pada sistem ini adalah sensor ultrasonic sebagai untuk mengukur level ketinggian air, sensor pH untuk mengukur nilai pH air pada tandon dan sensor kekeruhan untuk mengukur tingkat kekeruhan air.
- 4) Perangkat keluaran yang digunakan adalah modul LCD hanya untuk menampilkan informasi ketinggian air, pH dan kekeruhan air; serta pompa air untuk mengisi tandon air.
- 5) Tandon air yang digunakan adalah wadah yang bisa menampung pengisian air dan terdapat kran pembuangan yang berfungsi sebagai simulasi keadaan berkurangnya kapasitas air akibat pemakaian.
- 6) Pompa air yang digunakan adalah pompa akuarium mini.
- 7) Catu daya yang digunakan dalam sistem, debit air yang dihasilkan pompa, sistem kelistrikan AC dan parameter wajib air minum (selain pH dan kekeruhan) tidak termasuk dalam pembahasan.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka tujuan penulisan penelitian ini yaitu merealisasikan “Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Kualitas Air (pH dan Kekeruhan) dan Kontrol Level Ketinggian Air Berbasis Arduino Uno Pada Tandon Air”

1.5 Manfaat Penelitian

- a. Menjaga ketersediaan air dalam tandon secara otomatis secara efisien tanpa ada pemborosan air dan listrik.
- b. Mengetahui kualitas air dalam tandon berdasarkan nilai pH dan tingkat kekeruhan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Monitoring Kualitas Air (pH dan Kekeruhan)

Secara etimologi, monitoring berasal dari bahasa Latin *monere* yang berarti mengingatkan atau memperingatkan. Dalam konteks teknologi dan manajemen, Sistem Monitoring adalah proses pengumpulan, pencatatan, dan analisis data secara terus-menerus (berkelanjutan) terhadap suatu objek atau aktivitas untuk memastikan bahwa sistem tersebut berjalan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Sistem ini berfungsi sebagai alat pengawasan guna mendeteksi adanya kegagalan, anomali, atau penurunan performa secara dini sebelum berdampak fatal (Hanafi, 2017).

Berdasarkan literatur teknik, sebuah sistem monitoring fungsional umumnya terdiri dari empat komponen utama:

- Input (Sensor/Data Acquisition): Pengumpulan data mentah dari lapangan (seperti suhu, pH, atau arus listrik).
- Processing (Mikrokontroler/Server): Pengolahan data mentah menjadi informasi yang dapat dibaca.
- Output (Display/Dashboard): Visualisasi data dalam bentuk angka, grafik, atau tabel.
- Alerting (Alarm): Mekanisme peringatan jika hasil pemantauan melewati ambang batas aman.

Kualitas air ditentukan oleh berbagai parameter, namun pH dan Kekeruhan adalah indikator fisik dan kimia paling mendasar untuk menentukan kelayakan air, baik untuk kebutuhan sanitasi maupun konsumsi. Parameter derajat keasaman (pH) mengukur konsentrasi ion hidrogen untuk menentukan sifat asam atau basa air. Nilai pH yang terlalu rendah (asam) bersifat korosif terhadap pipa logam, sedangkan pH tinggi (basa) dapat memberikan rasa pahit dan meninggalkan kerak. Parameter Kekeruhan (Turbidity) diukur dalam satuan NTU (Nephelometric Turbidity Units).

Kekeruhan yang tinggi seringkali menjadi indikasi adanya bakteri atau mikroorganisme yang menempel pada partikel sedimen.

Air dengan pH ekstrem (<4 atau >11) dapat menyebabkan iritasi mata, kulit, dan membran mukosa. Dalam sistem perpipaan, pH rendah meningkatkan risiko pelarutan logam berat (seperti timbal atau tembaga) ke dalam air minum. Partikel penyebab kekeruhan dapat melindungi patogen (bakteri/virus) dari proses desinfeksi (seperti sinar UV atau klorin). Oleh karena itu, semakin rendah tingkat kekeruhan, semakin efektif proses sterilisasi air.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan (Menggantikan Permenkes No. 492/2010), ditentukan bahwa standar baku mutu pH untuk air higienis sanitasi adalah antara 6,5 sampai dengan 8,5. Sedangkan nilai maksimal kekeruhan sebesar 3 NTU.

2.2 Sistem Kontrol Level Ketinggian Air

Sistem kontrol ketinggian air adalah suatu mekanisme yang dirancang untuk menjaga level air dalam sebuah wadah (seperti tangki atau tandon) agar tetap berada pada batas yang diinginkan secara otomatis. Sistem ini bertujuan untuk mencegah kekosongan air (dry running) yang dapat merusak pompa, serta mencegah luapan air (overflow) yang menyebabkan pemborosan (Kadir, 2015).

Sistem kontrol ketinggian air terdiri dari beberapa komponen fungsional sebagai berikut :

- Sensor ketinggian air, menggunakan Sensor Ultrasonik (HC-SR04) untuk mengukur jarak dengan memantulkan gelombang suara.

- Mikrokontroler bertindak sebagai pengolah data. Algoritma yang umum digunakan adalah pompa menyala saat air di bawah batas minimum dan mati saat mencapai batas maksimum.
- Aktuator, yaitu komponen yang melakukan tindakan fisik, biasanya berupa Pompa Air yang dikendalikan melalui Relay untuk menyambung dan memutus aliran listrik.

Aplikasi Sistem Monitoring Level Ketinggian dalam kehidupan nyata antara lain sebagai berikut :

- a) Rumah Tangga : pemantauan level air pada tandon
- b) Lingkungan Hidup : peringatan banjir dan penelitian hidrologi
- c) Industri : level air pada storage yang digunakan dalam proses produksi
- d) Pertanian : sistem irigasi otomatis

2.3 Perangkat Penyusun Sistem Monitoring

2.3.1 Sensor Ultrasonic

Sensor jarak yang digunakan pada penelitian ini adalah modul sensor ultrasonic HC-SR04. Sensor ini merupakan sensor ultrasonic siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonic. Sensor ini bekerja pada tegangan 5V dengan kuat arus listrik 15 mA. Rentang jarak yang dapat diukur yaitu 2 cm sampai 400 cm. (Amin, 2018)



Gambar 2.1 Modul Sensor Ultrasonic
(Sumber : www.arduinoindonesia.id)

Pada Gambar 3 terdapat 4 pin, yaitu pin Vcc, Gnd, trigger dan pin echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk groundnya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda. Pin echo dihubungkan dengan pin 13 pada perangkat arduino uno sedangkan pin trigger dihubungkan dengan pin 12.

Sensor ultrasonik mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz) selama t (200 μ s) kemudian mendeteksi pantulannya. Kemudian sensor akan memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa trigger dengan t out burst minimal 2 μ s). Gelombang ultrasonik merambat melalui udara dengan kecepatan 344 m/s, mengenai objek dan memantul kembali ke sensor. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.

Faktor-faktor yang mempengaruhi akurasi dan presisi sensor ultrasonik meliputi: (1) kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan tekanan udara (yang mempengaruhi kecepatan suara), (2) karakteristik objek yang diukur (misalnya, tekstur, orientasi, dan absorpsi suara), (3) jarak pengukuran, dan (4) jenis sensor ultrasonik serta kualitasnya.

2.3.2 Arduino Uno

Arduino merupakan sebuah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform dan dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Arduino Uno adalah board microcontroller berbasis

ATmega328 yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip microcontroller dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Microcontroller itu sendiri adalah chip atau IC (Integrated Circuit) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada microcontroller adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik. Adapun gambar dari board ini dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini (Fajrin, 2020):



Gambar 2.2 Board Arduino Uno
(Sumber : www.arduinoindonesia.id)

2.3.3 Display LCD

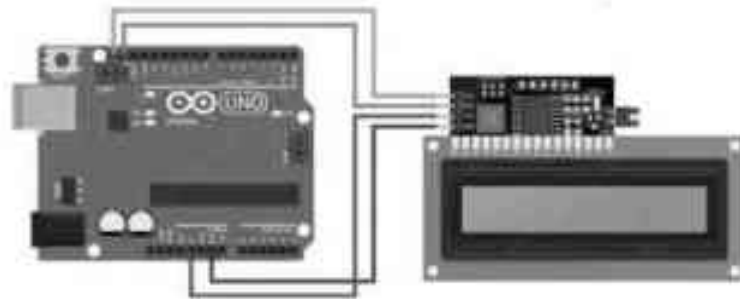
LCD (Liquid Crystal Display) adalah perangkat yang berfungsi sebagai media penampil dengan memanfaatkan kristal cair sebagai objek penampil utama. LCD tentunya sudah sangat banyak digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti media elektronik televisi, kalkulator, atau layar komputer sekalipun.

LCD yang digunakan adalah LCD berukuran 20x4 karakter dengan tambahan chip module I2C untuk mempermudah programmer nantinya dalam mengakses LCD tersebut. Sebab dengan digunakannya modul I2C akan lebih memperhemat penggunaan pin

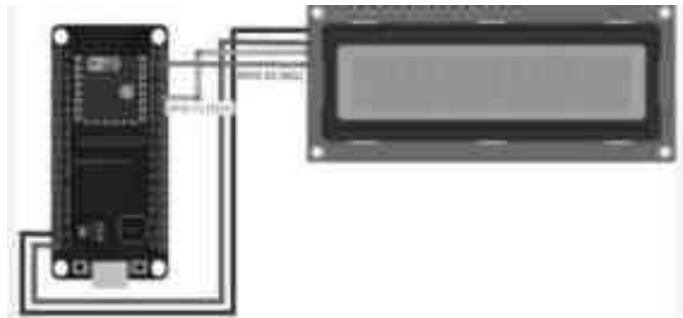
arduino yang akan digunakan karena hanya diperlukan 4 buah pin arduino, yaitu pin SCL, pin SDA, pin VCC dan pin GND.

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan segmen-segmen dan lapisan elektroda pada lapisan belakang LCD. Apabila elektroda LCD diaktifkan dengan sumber tegangan, molekul-molekul organik yang terdapat di dalam LCD akan menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen.

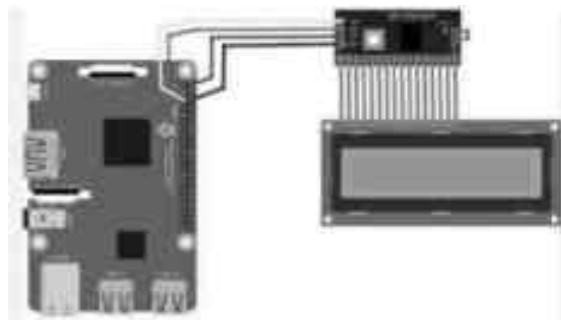
Lapisan LCD ini berlapis-lapis dan memiliki polizer cahaya vertikal depan dan polizer cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tersebut tidak dapat melewati molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi lebih gelap dan akan membentuk karakter yang kita inginkan.



Gambar 2.3 Koneksi I2C LCD dengan Arduino
(Sumber : www.arduinoindonesia.id)



Gambar 2.4 Koneksi I2C LCD dengan ESP32
(Sumber : www.esp32io.com)



Gambar 2.5 Koneksi I2C LCD dengan Raspberry Pi
(Sumber : www.sinauprogramming.com)

Tabel 2.1 Instruksi Dasar LCD

Kode Perintah	Fungsi
<code>#include <LiquidCrystal></code>	Memanggil library LCD
<code>LiquidCrystal(12,11,5,4,3,2)</code>	Deklarasi pin interface LCD
<code>lcd.begin(16,2)</code>	Menentukan banyak kolom dan baris yang digunakan
<code>lcd.setCursor(x,y)</code>	Menentukan posisi kursor untuk memasukkan karakter pada kolom x dan baris y
<code>lcd.print("isi")</code>	Menuliskan teks isi pada LCD

<code>lcd.clear()</code>	Membersihkan karakter pada LCD
--------------------------	--------------------------------



Gambar 2.6 . Modul LCD I2C 20 x 4
(Sumber : www.arduinoindonesia.id)

2.3.4 Relay dan Pompa Air

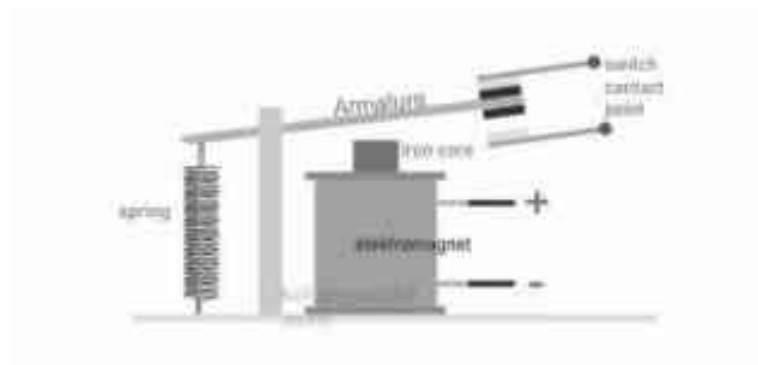
Relay adalah saklar atau switch yang dapat beroperasi ketika diberikan tegangan listrik. Karena relay memiliki arti sebagai saklar maka seperti saklar-saklar pada umumnya bahwa komponen relay ini dapat berfungsi pada kondisi NC (Normally Closed) maupun NO (Normally Open). dimana relay ini terdiri dari dua bagian utama yaitu Elektromagnetik berupa coil atau lilitan dan Mekanikal berupa kontak saklar atau switch.

Ketika kumparan coil diberikan tegangan listrik sesuai dengan spesifikasi tegangan yang dibutuhkannya maka akan timbul gaya elektromagnetik disekitar besi (iron core) sehingga besi tersebut dapat menarik armatur dan bergerak untuk merubah kondisi switch contact point yang semula NO maka akan berubah ke kondisi NC. Pada saat lilitan coil relay tidak bertegangan listrik maka armatur akan kembali ke posisi semula dan switch contact point akan kembali ke kondisi NO atau tidak terhubung. Arus listrik yang

diperlukan untuk menghubungkan contact switch point agar terhubung menjadi NC tidaklah besar bahkan relatif kecil.

Relay digunakan untuk pada rangkaian kontrol sebagai pemutus dan penghubung arus dari objek yang di kontrol. Selain itu implementasi relay dapat diterapkan juga sebagai :

1. Relay sering digunakan untuk menjalankan fungsi logika
2. Relay sering digunakan untuk memberikan fungsi penundaan waktu
3. Relay sering digunakan juga untuk pengendali sirkuit tegangan tinggi



Gambar 2.7 Konstruksi Dasar Relay
(Sumber : www.Rakhman.net)

Dua jenis relai yang populer adalah relai solid-state (SSR) dan relai elektromekanis (EMR). Meskipun keduanya memiliki tujuan yang sama, keduanya berbeda dalam cara pengoperasian dan penggunaan idealnya. Relai solid-state (SSR) adalah jenis relai modern yang menggunakan komponen elektronik, bukan komponen mekanis, untuk mengendalikan aliran listrik. Relai ini mengandalkan semikonduktor, seperti thyristor atau transistor, untuk menghidupkan

atau mematikan sirkuit listrik. SSR dikenal karena ketahanannya dan pengoperasiannya yang berkecepatan tinggi.

Tidak seperti relai tradisional, SSR tidak memiliki komponen yang bergerak. Hal ini membuat relai ini jauh lebih senyap dan lebih andal dari waktu ke waktu. Relai ini sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan pengalihan yang sering, seperti dalam otomasi industri atau sistem kontrol suhu.

Relai elektromekanis (EMR) adalah relai tradisional yang menggunakan komponen mekanis untuk menyelesaikan tindakan pengalihannya. Relai ini memiliki kumparan yang, saat diberi energi, menciptakan medan magnet untuk menggerakkan lengan logam. Lengan ini membuka atau menutup sirkuit. EMR mudah digunakan dan hemat biaya, tetapi komponen yang bergerak akan aus seiring waktu. EMR paling cocok untuk menangani beban listrik tinggi atau ketika pemisahan fisik antara sirkuit dibutuhkan. Meskipun merupakan teknologi lama, teknologi ini tetap populer karena kesederhanaan dan keterjangkauannya.

Tabel 2.2 Perbedaan EMR dan SSR

Fitur	Solid State Relay (SSR)	Electromechanical Relay (EMR)
Prinsip Kerja	Menggunakan komponen elektronik (semikonduktor) untuk switching tanpa ada bagian bergerak	Menggunakan kontak fisik yang digerakkan medan magnet
Kecepatan Switching	mikrodetik	milidetik

Kebisingan	Tidak ada	Ada
Umur Pakai	Lebih lama karena tidak ada bagian yang aus	Umur terbatas oleh komponen yang aus
Ukuran	Lebih kecil	Lebih besar
Harga	Lebih mahal	Lebih murah
Daya	Lebih rendah	Lebih tinggi
Resistansi Kontak	Lebih rendah	Lebih tinggi
Ketahanan terhadap getaran dan guncangan	Lebih baik	Lebih rentan
Aplikasi	Kontrol digital, industri, pemanas, motor dll.	Aplikasi umum, kontrol sirkuit dll.

ter penting yang perlu dipertimbangkan saat memilih relay meliputi tegangan dan arus koil, tegangan dan arus beban, jenis kontak, kapasitas pemutusan, dan lingkungan operasi. Tegangan koil harus sesuai dengan tegangan sirkuit yang ada, sehingga relay dapat diaktifkan dengan benar tanpa overheat atau kerusakan. Arus koil juga perlu diperhatikan, karena arus yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada relay.

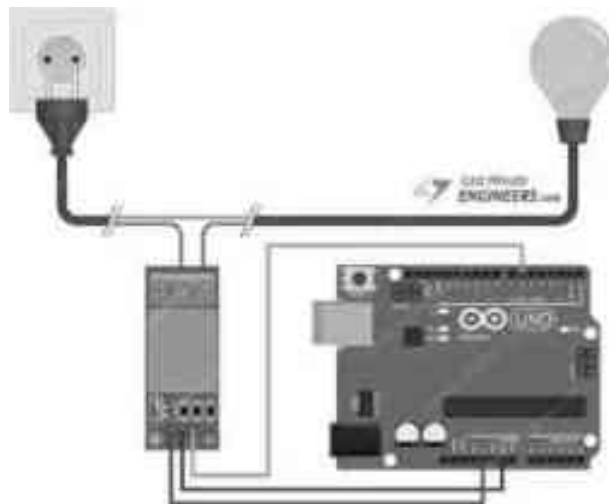
Tegangan beban adalah tegangan maksimum yang dapat ditangani oleh kontak relay ketika aktif. Arus beban adalah arus maksimum yang dapat ditangani oleh kontak relay ketika aktif, dan harus sesuai dengan kapasitas relay. Ada berbagai jenis kontak, seperti normally open (NO), normally closed (NC), dan multi-pole. Pilih jenis kontak yang sesuai dengan kebutuhan sirkuit Anda,

misalnya untuk mengontrol beberapa sirkuit, relay multi-pole akan sangat sesuai.

Pertimbangkan kondisi lingkungan operasi, seperti suhu, kelembaban, dan vibrasi. Beberapa relay dirancang untuk kondisi lingkungan tertentu, seperti relay yang tahan terhadap debu atau air. Modul Relay terdiri dari relay dan beberapa komponen pendukung lainnya yang terintegrasi dengan papan sirkuit terpadu (PCB). Pada umumnya, modul relay ini terhubung ke papan Arduino melalui pin digital.



Gambar 2.8 Modul Relay
(Sumber : www.arduinoindonesia.id)



Gambar 2.9 Contoh Aplikasi Modul Relay dengan Arduino
(Sumber : www.arduinoindonesia.id)

Sebagai electronic switch yang digunakan untuk mengendalikan ON/OFF peralatan listrik digunakan relay HKE HRS4H-S-DC5V. Relay ini menggunakan tegangan rendah +5 volt sehingga dapat langsung dihubungkan pada perangkat arduino uno. Pin pengendali pada relay dihubungkan dengan pin 11 pada perangkat arduino uno. (Amin, 2018)

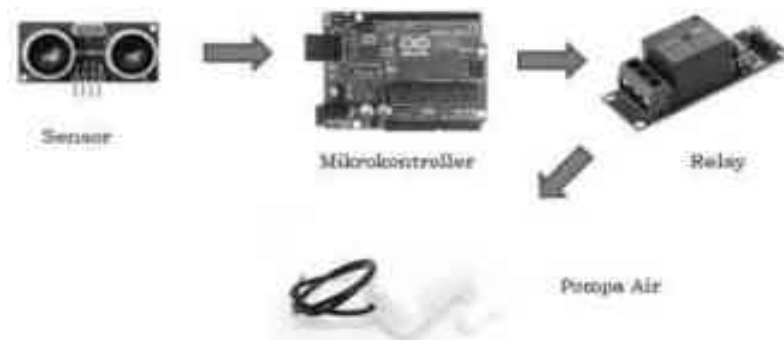
Pompa air listrik (electric water pump) adalah perangkat yang menggunakan tenaga listrik untuk memindahkan air dari satu tempat ke tempat lain. Ini bisa digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti memompa air dari sumur, meningkatkan tekanan air di rumah, atau mensirkulasikan air dalam sistem pendingin. Pompa air listrik menggunakan motor listrik untuk memutar impeller atau bagian berputar lainnya yang mendorong air melalui pipa. Pompa air yang umumnya dipakai pada proyek mikrokontroller ada beberapa jenis seperti pompa celup, pompa DC dan pompa air mini. Pompa celup adalah pompa air yang dirancang untuk terendam dalam cairan yang akan dipompa. Pompa ini bekerja dengan memutar impeller di dalam casing yang terendam untuk mendorong cairan ke permukaan.

Pompa DC adalah pompa yang menggunakan motor DC sebagai sumber tenaga. Motor DC membutuhkan tegangan searah (DC) untuk beroperasi. Pompa ini memiliki berbagai aplikasi, termasuk pompa air, pompa bahan bakar, dan pompa panas. Pompa air mini adalah pompa air berukuran kecil yang dirancang untuk mengalirkan atau memindahkan air dalam volume kecil atau dengan tekanan rendah. Alat ini sering digunakan untuk aplikasi skala kecil seperti di akuarium, kolam ikan, hidroponik, atau proyek DIY.

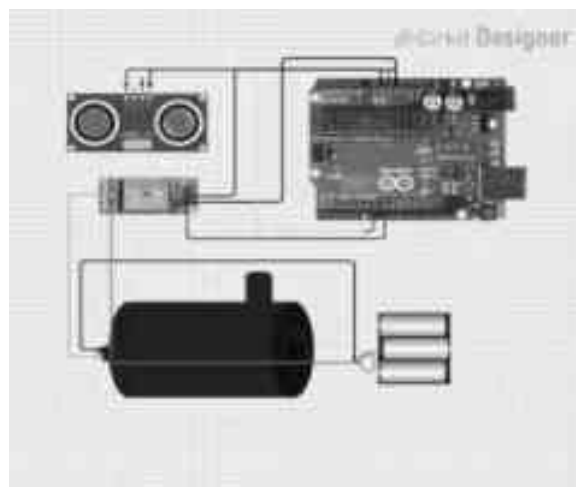
Pompa air digunakan secara luas di rumah tangga, industri, dan pertanian untuk berbagai keperluan, termasuk pasokan air, irigasi, dan proses industri. Di rumah tangga, pompa air digunakan

untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari seperti mandi, memasak, dan mencuci. Di industri, pompa air digunakan untuk berbagai proses produksi dan pendinginan mesin. Sementara di pertanian, pompa air digunakan untuk irigasi, membantu meningkatkan hasil panen dan efisiensi penggunaan air.

Relay pada Arduino digunakan untuk mengendalikan pompa air dengan cara memutus dan menyambung sirkuit listrik yang lebih besar (beban AC) dengan menggunakan sinyal listrik yang lebih kecil dari Arduino (sirkuit kontrol). Relay bertindak sebagai sakelar elektronik yang memungkinkan Arduino mengontrol perangkat yang membutuhkan daya besar tanpa langsung menyentuh sirkuit tersebut.



Gambar 2.10 Alur Logika Kontrol
(Sumber : Penulis)



Gambar 2.11 Skema Dasar Otomatisasi Menggunakan Arduino
(Sumber : Penulis)

Untuk menaikkan air ke bak penampungan air digunakan pompa. Pompa yang digunakan adalah pompa air mini untuk aquarium.



Gambar 2.12 Pompa Air
(Sumber : Penulis)

2.3.5 Modul Sensor pH

Alat pH meter digital bekerja dengan dasar sensor berupa elektroda gelas. Pada prinsipnya pengukuran suatu pH 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

hydrogen. Dimana setiap larutan akan memberikan bentuk tegangan yang berbeda dari kadar ion-ion yang ada dalam larutan. Hal ini akan ditangkap oleh sensor untuk menghasilkan output berupa sinyal analog. (Fajrin, 2020)

Fungsi elektroda pada pH meter adalah memonitor perubahan voltase yang disebabkan oleh perubahan aktivitas ion hidrogen (H^+) dalam larutan. Elektroda pH idealnya berperilaku sebagai sel elektrokimia dan bereaksi terhadap konsentrasi ion $[H^+]$ bahwa setiap larutan akan memberikan bentuk tegangan yang berbeda dari kadar ion-ion yang ada dalam larutan. Dalam elektroda gelas terdapat dua macam elektroda antara lain:

- a) Elektroda referensi berfungsi untuk menjaga dan memberikan potensial yang tetap dan tidak dipengaruhi oleh karakteristik.
- b) Elektroda pengukur berfungsi sebagai pengukur karena potensialnya berubah-ubah sesuai dengan konsentrasi ion hidrogen dari larutan yang sedang diukur.

Parameter A27 PH Sensor Module adalah modul yang digunakan untuk menguatkan tegangan keluaran dari output sensor yang kecil. Karena tegangan cukup kecil, maka diperlukan pengkondisi sinyal atau penguat tegangan. Cara kerja dari modul ini adalah rangkaian sensor pH akan membaca nilai pH dari elektroda sensor berupa sinyal analog. Keluaran dari sensor diterima oleh rangkaian pengkondisian sinyal. Desain ini memungkinkan untuk membantu pengguna dalam memantau pH tanpa harus menambahkan sirkuit atau komponen tambahan ke dalam sistem.

Kalibrasi pH meter secara berkala sangat penting untuk menjaga akurasi pengukuran. Tanpa kalibrasi, hasil pengukuran pH

mungkin tidak tepat, yang dapat berdampak negatif pada berbagai bidang, termasuk industri, penelitian, dan pengolahan air. Kalibrasi memastikan bahwa pH meter memberikan hasil yang akurat dan konsisten, serta membantu memperpanjang umur alat dan mengurangi biaya perbaikan.

Berikut ini adalah contoh kalibrasi pH meter dengan menggunakan buffer pH 4, 7, dan 10 :

- Bilas elektroda pH dengan aquadest atau air deionisasi untuk menghilangkan sisa-sisa larutan sebelumnya.
- Celupkan elektroda pH ke dalam larutan buffer pH 4.
- Tunggu hingga pembacaan pH meter stabil dan menunjukkan nilai yang sesuai dengan nilai pH standar.
- Jika pembacaan tidak sesuai dengan nilai pH standar, gunakan obeng kecil atau fitur kalibrasi pada pH meter untuk menyesuaikan titik kalibrasi.
- Bilas elektroda pH dengan aquadest atau air deionisasi setelah setiap kali proses kalibrasi dengan buffer.
- Lakukan langkah-langkah yang sama dengan buffer pH 7 dan pH 10, dengan memastikan pembacaan stabil dan titik kalibrasi disesuaikan.
- Catat nilai pH yang telah dikalibrasi setelah proses selesai.

Untuk menjaga sensor pH (elektroda pH atau pH meter) tetap tahan lama dan presisi, beberapa langkah perawatan yang perlu dilakukan adalah: kalibrasi rutin, penyimpanan yang benar, pembersihan berkala, penggunaan yang tepat, dan pemeriksaan oleh teknisi ahli.



Gambar 2.13 Module Sensor pH
(Sumber : www.cncstorebandung)

2.3.6 Modul Sensor Kekeruhan

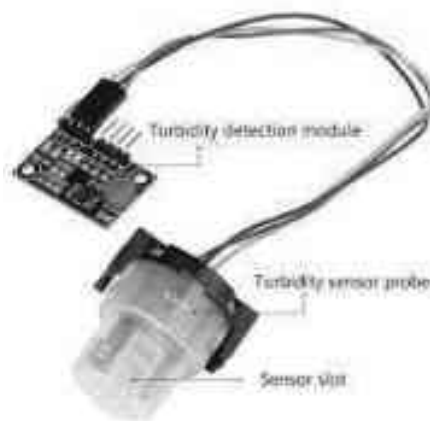
Sensor SEN0189 adalah modul sensor kekeruhan (turbidity sensor) analog yang sangat populer di kalangan pengembang sistem berbasis Arduino atau ESP32. Sensor ini diproduksi oleh DFRobot dan dirancang khusus untuk mendeteksi kualitas air dengan memantau tingkat kekeruhan (DFRobot, 2023).

Sensor SEN0189 bekerja berdasarkan prinsip hamburan cahaya (scattering) dan transmisi cahaya. Di dalam kepala sensor (bagian hitam yang dicelupkan), terdapat dua komponen elektronik utama yang dipasang berhadapan yaitu Infrared Emitter (LED IR) yang memancarkan cahaya infra merah ke dalam sampel air dan Infrared Receiver (Phototransistor) untuk Menangkap cahaya infra merah yang berhasil melewati air.

Cara kerja sensor ini bergantung pada kepadatan partikel (lumpur, pasir, mikroorganisme) di dalam air. Saat air jernih, cahaya dari LED IR dapat merambat lurus dengan hambatan minimal menuju fototransistor. Akibatnya, penerima menerima intensitas cahaya yang maksimal. Sedangkan saat kondisi air keruh, partikel-partikel tersuspensi di dalam air akan memantulkan, menyerap, dan

menghamburkan cahaya ke segala arah. Hal ini menyebabkan jumlah cahaya yang sampai ke fototransistor berkurang secara signifikan.

Perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh fototransistor diubah menjadi perubahan tegangan listrik. Semakin jernih air, semakin besar cahaya yang diterima, maka tegangan output semakin tinggi (mendekati 4.5V). Sebaliknya semakin keruh air, semakin sedikit cahaya yang diterima, maka tegangan output semakin rendah.



Gambar 2.14 Modul Sensor Kekeruhan
(Sumber : www.cncstore.bandung)

2.4 Kerangka Berpikir

Air sebagai salah satu kebutuhan pokok dalam rumah tangga umumnya ditampung pada tandon air. Menjaga ketersediaan air pada tandon sangatlah penting agar jika sewaktu-waktu diperlukan, kuantitas air dapat mencukupi. Kondisi umumnya saat ini seringkali kelalaian penghuni rumah untuk mengisi tandon sehingga saat dibutuhkan, ketersediaan air tidak mencukupi. Begitu juga sebaliknya terjadi dimana pada saat pengisian

tandon, pemilik rumah lalai untuk mematikan pompa padahal tandon air sudah penuh. pH atau derajat keasaman dan kekeruhan merupakan parameter fisik dasar yang menentukan kualitas air yang digunakan dalam rumah tangga. Adanya informasi nilai pH dan kekeruhan secara real-time pada tandon air akan memberikan tambahan manfaat.

Berdasarkan hal-hal diatas, solusi yang diperlukan adalah suatu sistem yang dapat menjaga level ketinggian air secara otomatis dan menampilkan nilai pH dan kekeruhan pada tandon air.



Gambar 2.15 Diagram Kerangka Berpikir
(Sumber : Penulis)

BAB III

METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan mulai bulan Oktober 2025 sampai dengan Februari 2026, sedangkan tempat penelitian berada di Laboratorium UPTD Metrologi Kabupaten Bulungan.

3.2 Jenis Penelitian

Pada proposal ini menggunakan metode penelitian *Research and Development*.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Alat-Alat Penelitian

No.	Nama Alat	Foto
1	Komputer, Proc : Intel Core i5-3320M RAM : 8 GB OS : Linux Mint 22.2 64 bit Arduino IDE	
2	Multimeter Digital, yang dilengkapi fitur cek koneksi kabel	
3	Project Board, berisi 400 lubang	

4	Tang Potong Kabel	
5	Solder + Timah, daya 40 watt dengan timah 60/40	
6	Isolasi Kabel	
7	Buffer pH pH 4,01 dan pH 9,18	

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Bahan-Bahan Penelitian

No.	Nama Bahan	Foto
1	<u>Arduino Uno</u> Clock 16 MHz, 16 digital I/O, ROM : 32 kb, RAM : 2 kb	
2	<u>Sensor Ultrasonik</u> HC SR-04 Tegangan kerja 5 Volt, jarak minimum 4 cm dan maksimum 400 cm	

3	<u>LCD 20 x 4</u> terintegrasi modul protokol i2c tegangan kerja 5 volt	
4	<u>Modul Sensor pH</u> SEN 4502C dilengkapi modul driver Tegangan kerja 5 volt	
5	<u>Modul Sensor Turbidity</u> SEN 0189 DFRobot Tegangan Kerja 5 volt	
6	<u>Relay</u> Aktif High, input : 5 - 12 V DC Load : 220 v AC <u>Pompa Air</u> Tegangan kerja 220 V AC Tinggi maksimal 1,2 meter Debit 120 liter per menit	 
7	<u>Kabel</u> Panjang 30 cm isi 40 kabel <u>Konektor</u> Dupont male dan female	 

3.4 Prosedur Kerja Penelitian

a) Kaji Pustaka

Media yang digunakan sebagai sumber informasi bisa berupa buku maupun referensi internet. Materi yang diperlukan adalah

spesifikasi masing-masing bahan, cara kerja, antarmuka komponen dan bahasa pemrograman.

b) Uji Kinerja Komponen

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen yang diperlukan bisa bekerja sesuai dengan tujuan perancangan. Sensor Ultrasonik, Sensor Turbidity, Sensor pH, LCD, Modul Relay dan Pompa Air setelah diintegrasikan dengan mikrokontroler dipastikan berfungsi dengan baik dan tidak ada kerusakan.

c) Kalibrasi Sensor Ultrasonik

Kalibrasi dilakukan untuk memastikan kebenaran hasil pengukuran jarak.

Alat dan Bahan :

1. Mistar besi dengan panjang lebih dari 30 cm yang sudah terverifikasi.
2. Benda padat berbentuk kubus atau persegi panjang sebagai benda obyek kalibrasi.

Prosedur Kalibrasi :

1. Letakkan benda obyek pada jarak 5 cm dari titik nol mistar. Kemudian catat pembacaan jarak pada LCD.
2. Ulangi langkah (1) untuk jarak 10 cm sampai jarak 35 cm dengan kelipatan 5 cm.
3. Jika ada perbedaan pembacaan jarak dengan jarak sesungguhnya, buat faktor koreksi sensor ultrasonik menggunakan regresi linier.

d) Kalibrasi Sensor pH

Kalibrasi dilakukan untuk memastikan kebenaran hasil pengukuran pH.

Alat dan Bahan :

1. Serbuk Buffer pH 4,0 dan 9,18;
2. Air demineral
3. Wadah air minimal 250 ml

Prosedur Kalibrasi :

1. Hubung-singkat kan port BNC modul 4502C kemudian baca penunjukan tegangan di LCD (Vph7).
2. Larutkan serbuk buffer pH 4 kedalam wadah yang terisi air sebanyak 250 ml dan aduk merata hingga larut sempurna.
3. Lakukan hal yang sama untuk serbuk buffer pH 9,18 menggunakan wadah yang berbeda.
3. Masukkan probe sensor pH kedalam larutan pH 4. Catat hasil pembacaan tegangan yang tampil di LCD (Vph4)
4. Ulangi langkah (3) untuk larutan pH 9,18 (Vph9)
5. Setelah didapatkan data Vph7, Vph4 dan Vph9 tentukan faktor koreksi menggunakan regresi linier dan buat rumus pembacaan pH.

$$\text{pH} = 7 - \frac{V_{\text{read}}}{V_{\text{ph4}} - V_{\text{ph9}}}$$

e) Kalibrasi Sensor Turbidity

Kalibrasi dilakukan untuk memastikan kebenaran hasil pengukuran kekeruhan air.

Alat dan Bahan :

1. Air demineral sebagai dasar penentuan 0 NTU
2. Wadah air minimal 250 ml

Prosedur Kalibrasi :

1. Masukkan air demineral kedalam wadah.
2. Rendam probe Turbidity kedalam wadah. Amati pembacaan ADC dan Tegangan pada LCD. Setelah stabil catat nilai pembacaan tertinggi ADC dan Tegangan.
3. Buat rumus pembacaan NTU dengan rumus sebagai berikut :

$$NTU = ADC_{max} - \frac{V_{read}}{V_{max}} * ADC_{max}$$

f) Uji Prototipe Sistem

Setelah setiap komponen dipastikan bisa berfungsi sesuai tujuannya, langkah selanjutnya adalah mengintegrasikan antarmuka setiap komponen dengan Arduino dan memastikan software yang di-upload ke Arduino bisa berjalan dengan semestinya.

Setelah semua komponen terhubung menjadi suatu sistem dilakukan pengujian apakah sistem bisa berfungsi sesuai tujuan perancangan

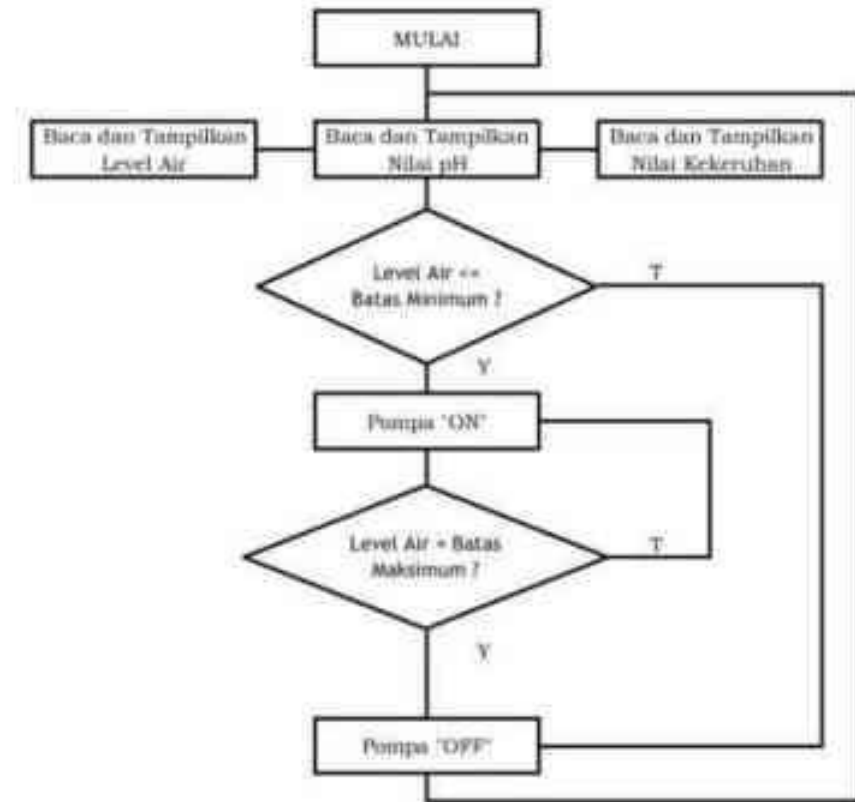
Indikator keberhasilan sistem ini adalah sebagai berikut :

- 1) Pompa hidup dan mati secara otomatis menyesuaikan dengan kondisi ketinggian level air.
- 2) Nilai pH air ditampilkan ke LCD
- 3) Nilai kekeruhan air ditampilkan ke LCD.

Apabila salah satu indikator diatas tidak terpenuhi maka harus diperiksa lagi koneksi perkabelan dan dipastikan bahwa *coding* tidak ada kesalahan.

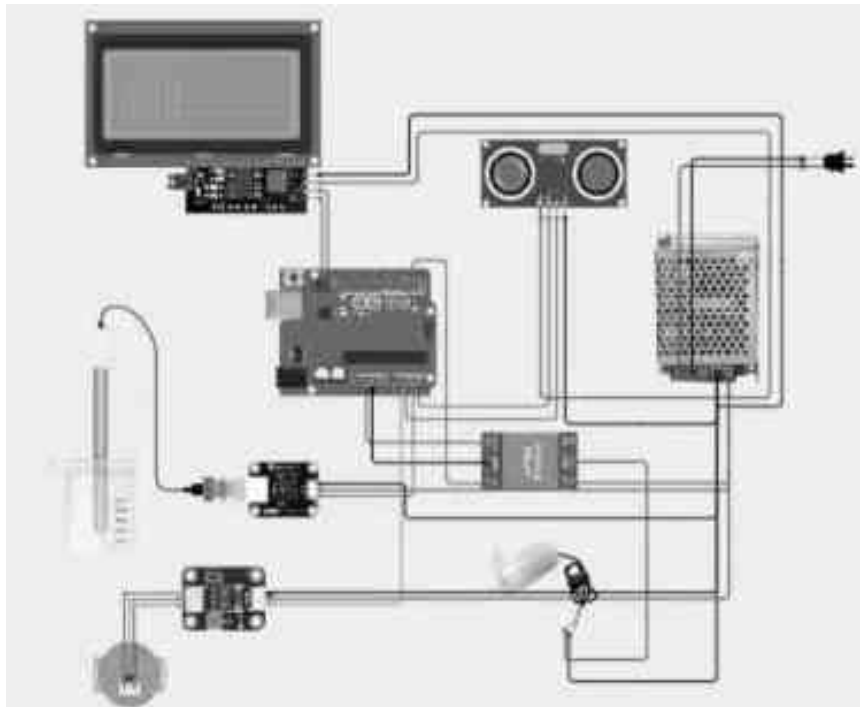
3.5 Perancangan *Hardware*

a) Flowchart Kerja Alat

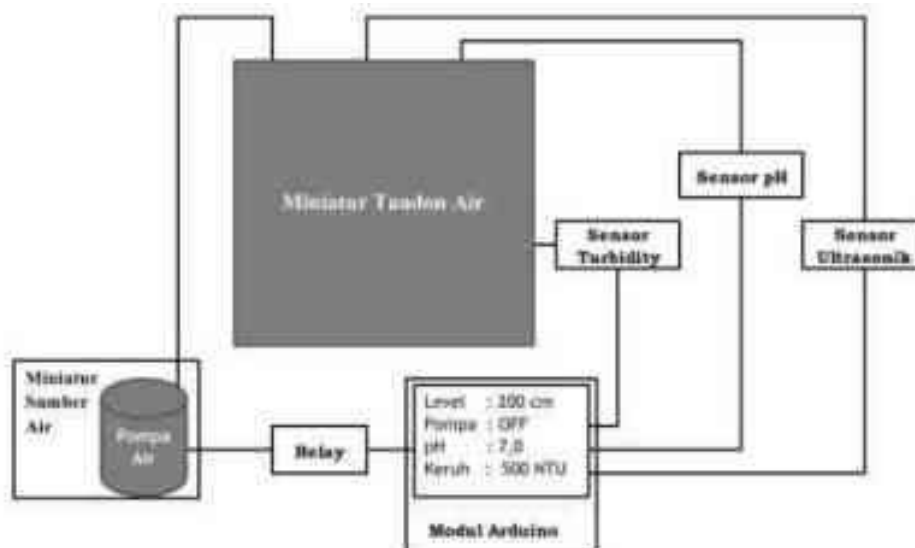


Gambar 3.1 Flowchart Kerja Alat
(Sumber : Penulis)

b) Perancangan Skema Rangkaian dan Instalasi



Gambar 3.2. Skema Rangkaian Alat
(Sumber : Penulis)



Gambar 3.3. Skema Instalasi Sistem

(Sumber : Penulis)

3.6 Perancangan *Software*

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <NewPing.h>
#include <Wire.h>
#define pintriger 4 // pin 4 sebagai triger
#define pinecho 2 // pin 2 sebagai echo
#define MAX_DISTANCE 33 // Menentukan jarak maksimum
yang dibaca sensor
NewPing sonar(pintriger, pinecho, MAX_DISTANCE); //
Deklarasi fungsi NewPing
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4); // set the LCD dg alamat 0x27
untuk tampilan 20 karakter x 4 baris
const int relay=12;
int durasi, jarak, level;
float NTU;

void setup()
{
    lcd.init();           // initialize the lcd
    // Print a message to the LCD.
    lcd.backlight();
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("LEVEL =");
    lcd.setCursor(14,0);
    lcd.print("cm");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print("PUMP =");
```

```

    lcd.setCursor(8,1);
    lcd.print("OFF");
    lcd.setCursor(3,2);
    lcd.print("PH =");
    lcd.setCursor(2,3);
    lcd.print("NTU =");
    pinMode(relay,OUTPUT);
    digitalWrite(relay, LOW);
}
void loop()
{
    //ultrasonic dan Relay
    lcd.setCursor(8,0);
    lcd.print("    ");

    delay(50);
    jarak=sonar.ping_cm();
    level = 33-jarak;
    lcd.setCursor(8,0);
    lcd.print(level);
    //lcd.print(jarak);
    if (level <= 6.00)
    {
        digitalWrite(relay, HIGH);
        lcd.setCursor(8,1);
        lcd.print("ON ");
    }
    if (level >=28.00)
    {
        digitalWrite(relay, LOW);
    }
}

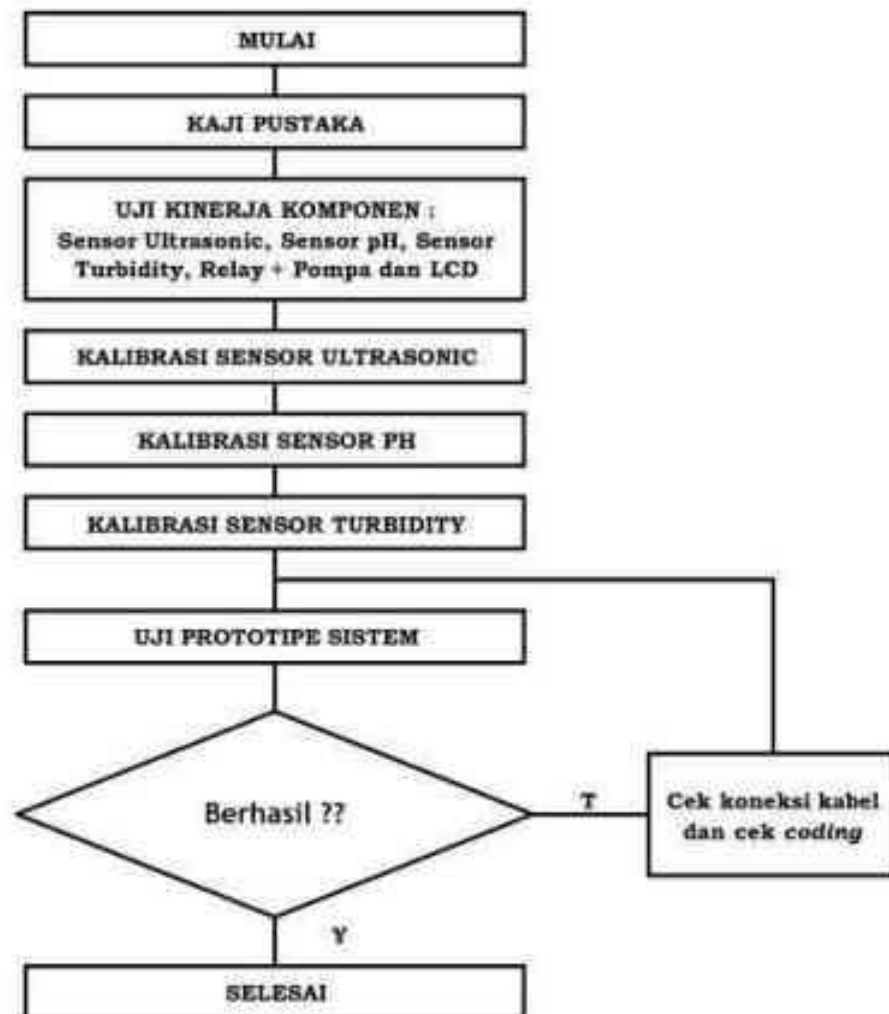
```

```
        lcd.setCursor(8,1);
        lcd.print("OFF");
    }
    delay(500);

    //Turbidity
    lcd.setCursor(8,3);
    lcd.print("    ");
    delay(50);
    int adcturb = analogRead(A0);
    float vturb = adcturb * (5.0 / 1024.0);
    NTU = 874-(vturb/4.27)*874;
    lcd.setCursor(8,3);
    lcd.print(NTU);
    delay(500);

    //pH
    vph=analogRead(A3)/1023)*5;
    ph = 7.00 - (vph/(ph4-ph9));
    lcd.setCursor(8, 2);
    lcd.print(ph);
    delay(500);
}
```

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian
(Sumber : Penulis)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

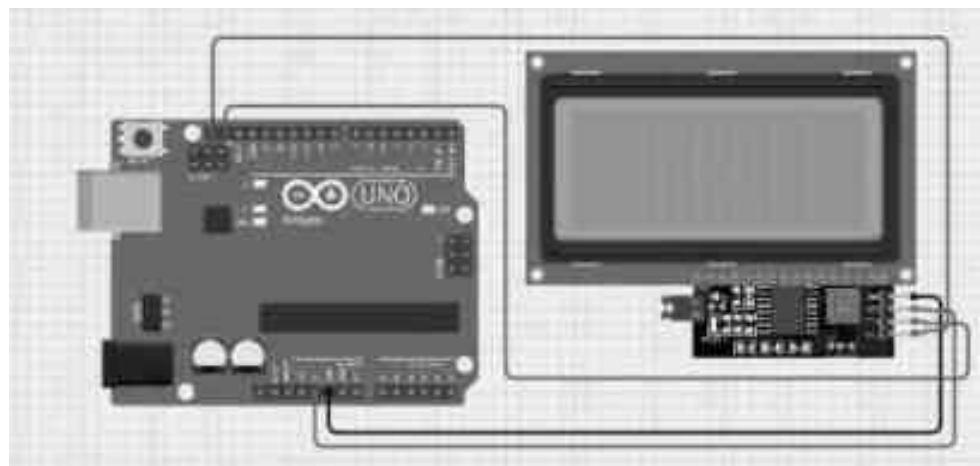
4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras

4.1.1 Tampilan LCD

Berikut ini adalah jalur hubungan pin antara LCD, Arduino dan soket *power supply* :

Tabel 4.1 Jalur Hubungan Pin LCD

No.	Pin LCD	Pin Arduino	Pin Power
1	SCL	SCL	
2	SDA	SDA	
3	Vcc		+
4	Gnd		-



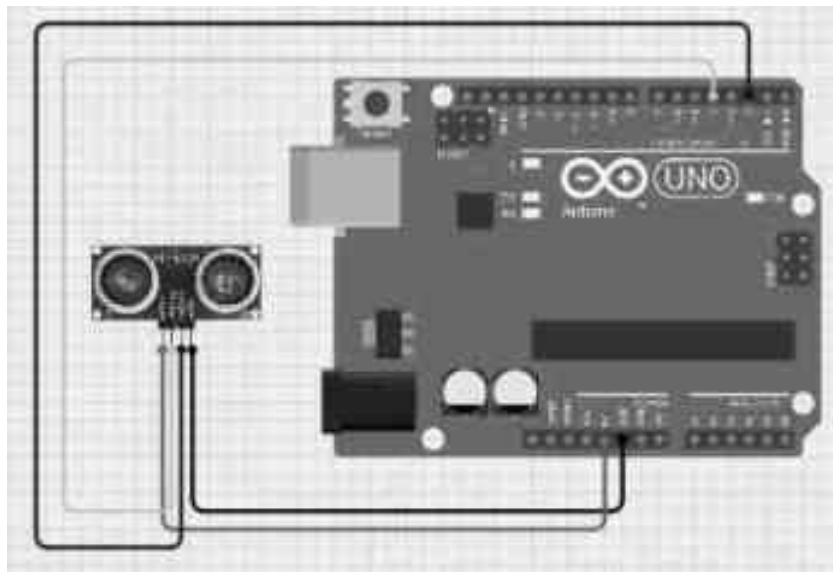
Gambar 4.1 Integrasi LCD dengan Arduino
(Sumber : Penulis)

4.1.2 Sensor Ultrasonik

Berikut ini adalah jalur hubungan pin antara sensor ultrasonik, Arduino dan soket *power supply* :

Tabel 4.2 Jalur Hubungan Pin Sensor Ultrasonik

No.	Pin Sensor	Pin Arduino	Pin Power
1	Vcc		+
2	Trigg	D4	
3	Echo	D2	
4	Gnd		-



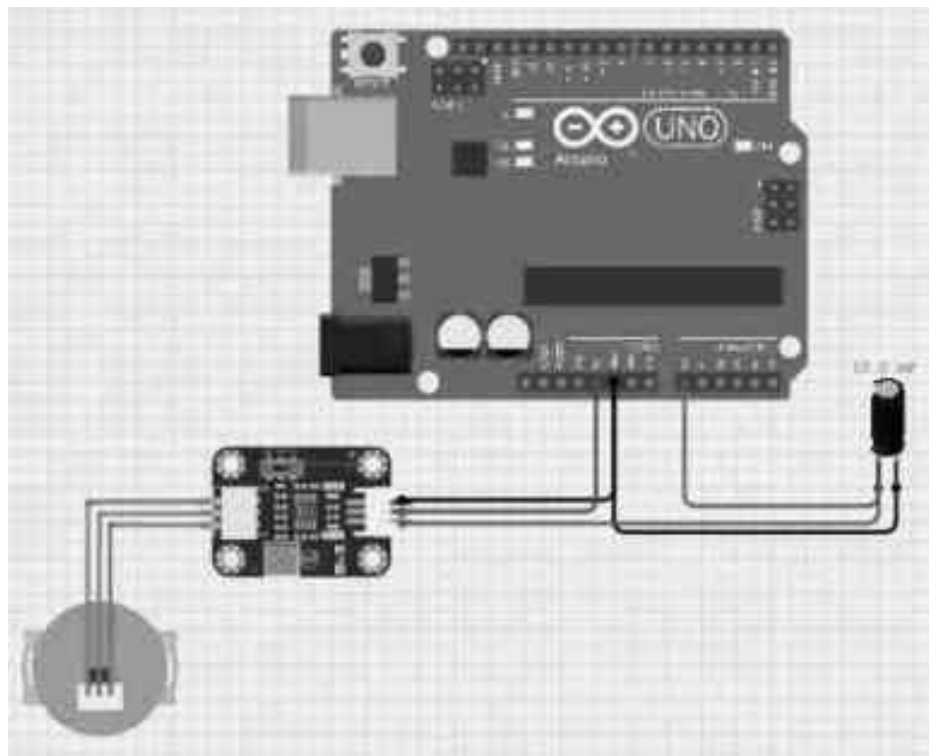
Gambar 4.2 Integrasi Sensor Ultrasonik dengan Arduino
(Sumber : Penulis)

4.1.3 Sensor Kekeruhan

Berikut ini adalah jalur hubungan pin antara sensor kekeruhan, Arduino dan soket *power supply* :

Tabel 4.3 Jalur Hubungan Pin Sensor Kekeruhan

No.	Pin Sensor	Pin Arduino	Pin Power
1	Gnd		-
2	Vcc		+
3	Analog Out	A0	



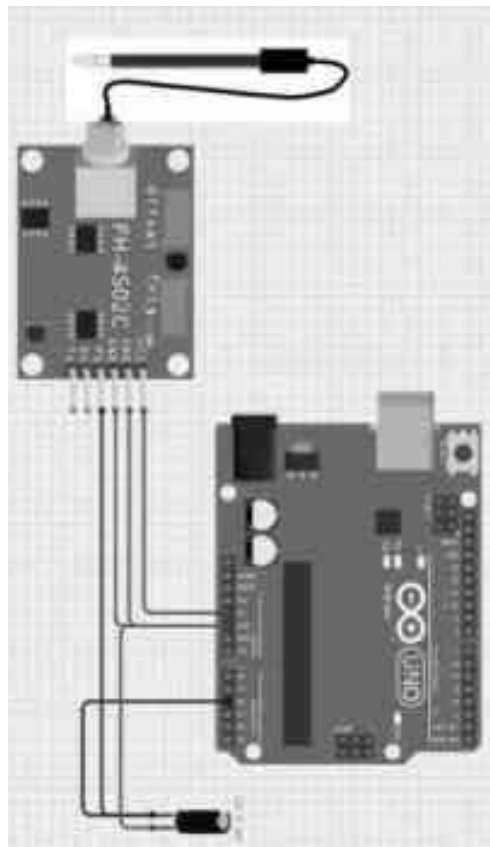
Gambar 4.3 Integrasi Sensor Kekeruhan dengan Arduino
(Sumber : Penulis)

4.1.4 Sensor pH

Berikut ini adalah jalur hubungan pin antara sensor pH, Arduino dan soket *power supply* :

Tabel 4.4 Jalur Hubungan Pin Sensor pH

No.	Pin Sensor	Pin Arduino	Pin Power
1	Vcc		+
2	Gnd		-
3	Gnd		-
4	pH Out	A2	



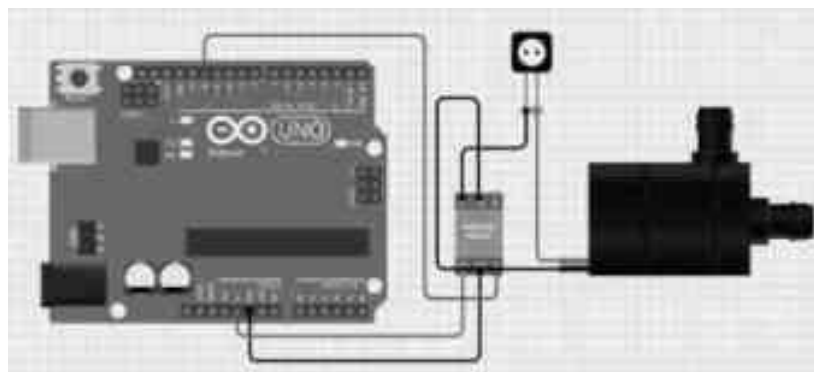
Gambar 4.4 Integrasi Sensor pH dengan Arduino
(Sumber : Penulis)

4.1.5 Relay dan Pompa Air

Berikut ini adalah jalur hubungan pin antara Relay, Arduino dan soket *power supply* :

Tabel 4.5 Jalur Hubungan Pin Relay

No.	Pin Relay	Pin Arduino	Pin Power
1	Gnd		-
2	Vcc		+
3	Data In	D12	



Gambar 4.5 Integrasi Relay dan Pompa Air dengan Arduino
(Sumber : Penulis)

4.2 Hasil Pengujian dan Kalibrasi Perangkat Keras

Setelah semua sensor diintegrasikan dengan Arduino, maka wajib dilakukan pengujian apakah sensor tersebut dapat berfungsi sebagaimana yang diharapkan. Langkah awal adalah menulis coding agar sensor dapat bekerja. Setelah sensor bekerja selanjutnya dilakukan pengujian hasil pengukurannya apakah sesuai atau tidak jika dibandingkan dengan alat ukur standar. Apabila tidak sesuai maka wajib dilakukan kalibrasi untuk memastikan kebenaran hasil pengukurannya.

4.2.1 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik dalam sistem ini berfungsi untuk mengukur tinggi cairan dalam tandon air. Jika tinggi cairan kurang dari atau sama dengan 6 cm maka secara otomatis pompa air aktif untuk mengisi air sampai ketinggian 25 cm. Setelah mencapai ketinggian tersebut maka pompa berhenti bekerja untuk menghindari air meluber melebihi kapasitas tandon agar tidak terjadi pemborosan air dan listrik. Proses ini berulang secara otomatis yang dikendalikan oleh mikrokontroller Arduino.

Penempatan sensor diletakkan di bagian atas tandon dengan arah kebawah, sehingga didapatkan jarak maksimum pengukuran yaitu jarak antara sensor dan dasar tandon adalah 31 cm.

Karena sensor hanya bisa membaca jarak antara sensor dan permukaan air (*jarak*), maka untuk mendapatkan pembacaan jarak tinggi level air (*level*) digunakan persamaan :

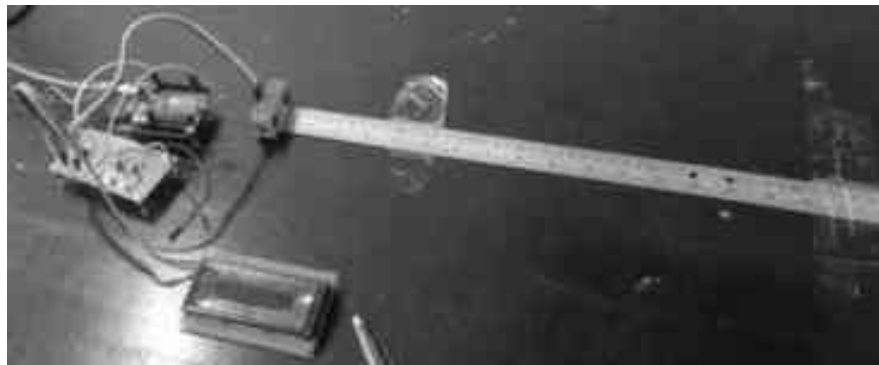
$$level = 31 - jarak..... persamaan (4.1)$$

Kode untuk membaca (*jarak*) adalah "*jarak=sonar.ping_cm()*" dalam satuan sentimeter dengan daya baca 1 sentimeter.

Pengujian dilakukan dengan meletakkan benda uji (padat) diatas mistar besi yang sudah terkalibrasi dari jarak 5 cm sampai dengan 32 cm untuk dibaca sensor ultrasonik, Berikut ini adalah data hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan penunjukan jarak uji :

Tabel 4.6 Tabel Perbandingan Hasil Pembacaan Sensor dan Jarak Uji

Jarak Uji (cm)	Penunjukan Sensor (cm)	Kesalahan (%)	Jarak Uji (cm)	Penunjukan Sensor (cm)	Kesalahan (%)
5	5	0	21	21	0
6	6	0	22	22	0
7	7	0	23	23	0
8	8	0	24	24	0
9	9	0	25	25	0
10	10	0	26	26	0
11	11	0	27	27	0
12	12	0	28	28	0
13	13	0	29	29	0
14	14	0	30	30	0
15	15	0	31	31	0
16	16	0	32	32	0
17	17	0			
18	18	0			
19	19	0			
20	20	0			



Gambar 4.6 Foto Kalibrasi Sensor Ultrasonik
(Sumber : Penulis)

Dikarenakan dari hasil pembacaan sensor dari jarak 5 cm sampai dengan 32 cm tidak ada kesalahan maka tidak perlu dilakukan kalibrasi.

4.2.2 Sensor Kekeruhan

Sensor Kekeruhan digunakan untuk mengetahui tingkat kekeruhan air dalam tandon dengan satuan NTU sebagai salah satu parameter dasar untuk menentukan kualitas air. Sensor ini merupakan sensor analog sehingga untuk mendapatkan nilai NTU perlu dilakukan pengaturan awal terkait nilai ADC dan nilai tegangan yang dikeluarkan oleh sensor. Pada sensor analog tidak terdapat kode perintah untuk mendapatkan nilai output secara langsung.

Berikut ini adalah urutan langkah dalam pengaturan awal dan kalibrasi sensor kekeruhan :

1. Dikarenakan tidak adanya larutan kalibrasi NTU (berbahan suspensi mikrosfer polimer atau Formazin) yang digunakan untuk mengkalibrasi turbidimeter maka digunakan air demineral kemasan sebagai standar uji 0,5 NTU. Sebagaimana dalam peraturan menteri kesehatan bahwa untuk air minum tingkat kekeruhannya maksimal 0,5 NTU.

2. Untuk menghindari noise pada output sensor berupa gelombang sinusoidal maka ditambahkan 1 buah kapasitor elektrolit sebesar 10.000 mikrofarad yang dipasangkan secara paralel pada output sensor.
3. Atur suhu ruangan hingga stabil di suhu 25⁰ C.
4. Tulis kode instruksi *“float adcturb = analogRead(A0);”* untuk mendapatkan nilai ADC dan *“float vturb = adcturb * (5.0 / 1023.0);”* untuk mengubah nilai ADC ke tegangan.
5. Tulis kode instruksi *“lcd.print(adcturb);”* untuk menampilkan nilai ADC di layar LCD.
6. Tuang air demineral pada wadah, jangan melebihi tinggi sensor. Masukkan sensor dan catat nilai ADC yang dihasilkan dengan durasi kurang lebih 1 menit.

Tabel 4.7 Data ADC Saat Kekeruhan 0,5 NTU

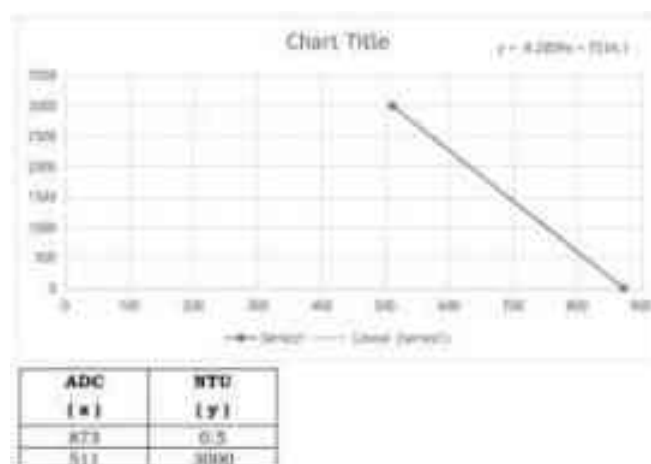
No.	ADC	No.	ADC
1	872	16	873
2	872	17	873
3	872	18	873
4	873	19	874
5	873	20	874
6	873	21	874
7	873	22	874
8	873	23	874
9	873	24	874
10	873	25	874
11	873	26	874

12	873	27	874
13	873	28	874
14	873	29	874
15	873	30	874
Rata-Rata			873

7. Dari tabel diatas didapatkan poin pertama kalibrasi yaitu nilai ADC untuk 0,5 NTU.
8. Untuk poin kedua kalibrasi berdasarkan datasheet sensor bahwa pada tegangan $\leq 2,5$ volt menghasilkan 3000 NTU. Maka untuk mendapatkan nilai ADC dari tegangan sebesar 2,5 volt bisa dihitung menggunakan rumus :

$$ADC = \frac{2,5}{5} \times 1023 = 511,5 \approx 511$$

9. Dari kedua poin kalibrasi diatas bisa dicari persamaan liniernya menggunakan fasilitas grafik dari software spreadsheet sebagai berikut :



Gambar 4.7 Grafik dan Persamaan Linier
(Sumber : Penulis)

10. Dari grafik diatas bisa dibuat persamaan untuk membaca nilai NTU berdasarkan nilai ADC dengan rumus :

$$NTU = (- 8.2859 * ADC) + 7234.1$$

11. Setelah kode NTU dimasukkan, uji kembali sensor ke dalam wadar air demineral.

Tabel 4.8 Data Pembacaan Sensor Pada Kekeruhan 0,5 NTU

NTU Standar	Pembacaan Sensor	Pembacaan Rata-rata	Kesalahan (%)
0.5	0.5	0.875	0.43
	1.5		
	1		
	0.5		



Gambar 4.8 Foto Kalibrasi Sensor Kekeruhan
(Sumber : Penulis)

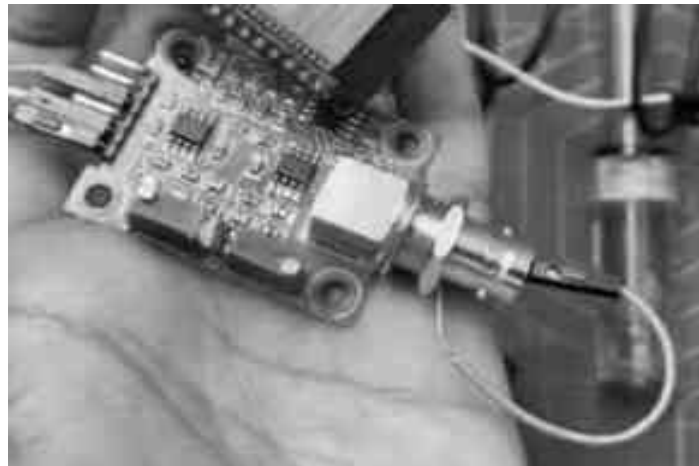
4.2.3 Sensor pH

Sensor pH digunakan untuk mengetahui derajat keasaman air dalam tandon dengan satuan pH sebagai salah satu parameter dasar

untuk menentukan kualitas air. Sensor ini merupakan sensor analog sehingga untuk mendapatkan nilai pH perlu dilakukan pengaturan awal terkait nilai ADC dan nilai tegangan yang dikeluarkan oleh sensor. Pada sensor analog tidak terdapat kode perintah untuk mendapatkan nilai output secara langsung.

Berikut ini adalah urutan langkah dalam pengaturan awal dan kalibrasi sensor pH :

1. Hubung singkatkan konektor BNC pada modul driver sensor pH dan putar potensiometer pada modul tersebut sehingga nilai tegangan terbaca mendekati 2,5 volt.



Gambar 4.9 Konektor BNC yang dihubungkan-singkatkan
(Sumber : Penulis)

2. Siapkan wadah yang berisi air demineral sebanyak 250 ml dengan suhu 25°C. Larutkan serbuk buffer pH 4,01 kedalam wadah tersebut.
3. Siapkan wadah lagi dan lakukan hal yang sama untuk serbuk pH 9,18.
4. Hubungkan probe pH dengan modul driver dan integrasikan dengan Arduino.
5. Masukkan probe pH ke larutan pH 4,01 dan didapatkan pembacaan tegangan rata-rata sebesar 4,3 volt.

Tabel 4.9 Data Tegangan Saat pH 4,01

No.	Volt	No.	Volt	No.	Volt
1	4.3	21	4.3	41	4.3
2	4.29	22	4.29	42	4.3
3	4.3	23	4.29	43	4.3
4	4.3	24	4.29	44	4.31
5	4.29	25	4.3	45	4.3
6	4.3	26	4.29	46	4.29
7	4.3	27	4.3	47	4.3
8	4.3	28	4.28	48	4.29
9	4.29	29	4.29	49	4.3
10	4.29	30	4.29	50	4.3
11	4.29	31	4.29	Rata2	4.3
12	4.29	32	4.29		
13	4.29	33	4.29		
14	4.29	34	4.29		
15	4.29	35	4.29		
16	4.29	36	4.29		
17	4.28	37	4.29		
18	4.3	38	4.3		
19	4.29	39	4.3		
20	4.3	40	4.29		

6. Masukkan probe pH ke larutan pH 9,18 dan didapatkan pembacaan tegangan rata-rata sebesar 3,75 volt.

Tabel 4.10 Data Tegangan Saat pH 9,18

No.	Volt	No.	Volt	No.	Volt
1	3.75	21	3.76	41	3.77
2	3.76	22	3.76	42	3.76
3	3.75	23	3.75	43	3.76
4	3.77	24	3.75	44	3.76
5	3.76	25	3.76	45	3.76
6	3.76	26	3.76	46	3.76
7	3.77	27	3.76	47	3.77
8	3.77	28	3.75	48	3.75
9	3.75	29	3.75	49	3.76
10	3.76	30	3.76	50	3.76
11	3.76	31	3.76	Rata2	3.75
12	3.75	32	3.76		
13	3.76	33	3.76		
14	3.76	34	3.76		
15	3.77	35	3.75		
16	3.76	36	3.76		
17	3.75	37	3.76		
18	3.75	38	3.77		
19	3.75	39	3.76		
20	3.75	40	3.77		

7. Dari data diatas dapat dibuat persamaan nilai pH berdasarkan tegangan dan nilai pH standar sebagai berikut :

pH 4,01 => V1 = 4,3 Volt

pH 9,18 => V2 = 3,75 Volt

$$\text{pH Step} = \frac{v_1 - v_2}{9,18 - 4,01} = \frac{4,3 - 3,75}{5,17} = \frac{0,55}{5,17} = 0,106382979$$

$$\text{pH} = 4,01 - \left(\frac{4,3 - V_{\text{sensor}}}{0,106382979} \right)$$

8. Masukkan nilai persamaan yang didapat sebagaimana pada poin (7) ke dalam kode instruksi dan lakukan pengukuran ulang pada larutan pH 4,01 dan pH 9,86.

Tabel 4.11 Pembacaan Sensor dengan pH 4,01

No.	pH	No.	pH	No.	pH
1	4.14	21	4.1	41	4.15
2	4.19	22	4.22	42	4.1
3	4.15	23	4.16	43	4.18
4	4.1	24	4.22	44	4.08
5	4.18	25	4.15	45	4.14
6	4.08	26	4.16	46	4.23
7	4.14	27	4.13	47	4.19
8	4.13	28	4.27	48	4.15
9	4.17	29	4.23	49	4.17
10	4.15	30	4.2	50	4.24
11	4.23	31	4.21	Rata2	4.175
12	4.23	32	4.21	Error	4.11%
13	4.19	33	4.18		
14	4.15	34	4.24		
15	4.17	35	4.19		

16	4.24	36	4.22
17	4.27	37	4.21
18	4.15	38	4.15
19	4.16	39	4.14
20	4.15	40	4.17

Tabel 4.12 Pembacaan Sensor dengan pH 9,18

No.	pH	No.	pH	No.	pH
1	8.98	21	9.04	41	9.03
2	8.98	22	9.07	42	9.02
3	9.07	23	9.05	43	9.06
4	9.09	24	9.13	44	9.03
5	9.02	25	9.09	45	9.03
6	8.98	26	9.02	46	9.02
7	8.99	27	9.1	47	9
8	9.03	28	9.13	48	9.02
9	8.98	29	9.06	49	9.07
10	9.02	30	9.09	50	9.06
11	9.01	31	9.06	Rata2	9.046
12	9.1	32	9.05	Error	-1.46%
13	9.1	33	9.02		
14	9.12	34	9.07		
15	9.06	35	9.04		
16	8.99	36	9.04		

17	8.99	37	9.06
18	9.02	38	9.04
19	9.08	39	9.07
20	9.02	40	9.1

9. Setelah dilakukan pengukuran didapatkan data pada pH standar 4,01 terbaca nilai pH sebesar 4,175 dengan kesalahan 4,11 %. Pada pH standar 9,18 terbaca nilai pH sebesar 9,046 dengan kesalahan -1,46 %.



Gambar 4.10 Proses Kalibrasi Sensor pH
(Sumber : Penulis)

4.2.4 Tampilan LCD

Untuk menampilkan informasi berupa level air, status pompa, pH dan kekeruhan digunakan LCD dengan kapasitas 20 kolom dan 4 baris (20 x 4). Adapun tampilan dari LCD setelah dilakukan penulisan program sebagai berikut :



Gambar 4.11 Tampilan LCD 20 x 4
(Sumber : Penulis)

4.2.5 Relay dan Pompa Air

Berikut ini adalah hasil pengujian kinerja relay dan pompa berdasarkan ketinggian level air :

1. $6\text{ cm} < \text{level} < 25\text{ cm}$: Relay dan pompa air dalam kondisi mati atau tidak bekerja karena belum terpicu oleh batas minimum dan batas maksimum level air.
2. $\text{level} \leq 6\text{ cm}$: Relay aktif dan menghidupkan pompa untuk mengisi air ke tandon. Pengisian ini terus berlangsung hingga tercapainya level setinggi 25 cm. Setelah mencapai ketinggian tersebut relay tidak aktif dan mematikan pompa.



Gambar 4.12 Modul Relay. Kiri : Relay Mati. Kanan : Relay Aktif
(Sumber : Penulis)

4.3 Penyusunan Kode Instruksi

Setelah semua peralatan terkalibrasi dan sudah berfungsi sebagaimana yang diharapkan, maka kode perintah untuk masing-masing perangkat input dan output digabung menjadi satu sebagai suatu kesatuan sistem. Berikut ini adalah kode instruksi setelah digabung mejadi satu :

```
#include<avr/wdt.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <NewPing.h>
#include <Wire.h>

#define pintriger 4 // pin 4 sebagai triger
#define pinecho 2 // pin 2 sebagai echo
#define MAX_DISTANCE 32 // Menentukan jarak maksimum
yang dibaca sensor
NewPing sonar(pintriger, pinecho, MAX_DISTANCE); //
Deklarasi fungsi NewPing
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4); // set the LCD dg alamat 0x27
untuk tampilan 20 karakter x 4 baris
const int relay=12;
float durasi, NTU;
int level, jarak;
String NTUS;
const int sensorPin = A2; // Pin sensor pH
float teganganReferensi = 5.0;

void setup()
{
  wdt_disable();
  delay(2000);
  lcd.init();           // initialize the lcd
```

```

// Print a message to the LCD.
lcd.backlight();
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("LEVEL =");
lcd.setCursor(14,0);
lcd.print("cm");
lcd.setCursor(1,1);
lcd.print("PUMP =");
lcd.setCursor(8,1);
lcd.print("OFF");
lcd.setCursor(3,2);
lcd.print("PH =");
lcd.setCursor(2,3);
lcd.print("NTU =");
pinMode(relay,OUTPUT);
digitalWrite(relay, LOW);
wdt_enable(WDTO_8S);
}

```

```

void loop()
{
  //ultrasonic dan Relay
  lcd.setCursor(8,0);
  lcd.print("  ");
  delay(50);
  jarak=sonar.ping_cm();
  level = 31-jarak;
  lcd.setCursor(8,0);
  lcd.print(level);
}

```

```
//lcd.print(jarak);
if (level <= 6.00)
{
    digitalWrite(relay, HIGH);
    lcd.setCursor(8,1);
    lcd.print("ON ");
}
if (level >=25.00)
{
    digitalWrite(relay, LOW);
    lcd.setCursor(8,1);
    lcd.print("OFF");
}
delay(500);

//Turbidity
lcd.setCursor(8,3);
lcd.print(" ");
delay(50);
float adcturb = analogRead(A0);
float vturb = adcturb * (5.0 / 1023.0);

if (adcturb > 873)
{
    NTU = 0;
}
else
{
    NTU = -8.2859 * adcturb + 7234.1;
}
```

```

NTUS = String(NTU,1);
lcd.setCursor(8,3);
lcd.print(NTUS);
delay(1000);

//pH
unsigned long startTime = millis();
long totalNilaiADC = 0;
int jumlahSampel = 0;

// Loop selama 1000ms (1 detik)
while (millis() - startTime < 1000)
{
    totalNilaiADC += analogRead(sensorPin);
    jumlahSampel++;
    delay(1); // Jeda kecil antar sampel untuk stabilitas
}
// Menghitung rata-rata ADC
float rataADC = (float)totalNilaiADC / jumlahSampel;

// Konversi ADC ke Tegangan (ADC 10-bit: 0-1023)
float teganganRata = (rataADC * teganganReferensi) / 1023.0;
float ph = 4.01 + ((4.3 - teganganRata)/0.106382979);

lcd.setCursor(8,2);
lcd.print(ph);

wdt_reset();
}

```

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan sebelumnya didapatkan data sebagai berikut :

1. Sensor ultrasonik mempunyai kesalahan rata-rata untuk jarak pengukuran 5 cm sampai dengan 31 cm sebesar 0 %
2. Sensor kekeruhan mempunyai kesalahan rata-rata pada pengukuran 0,5 NTU sebesar 0,43 %
3. Sensor pH mempunyai kesalahan rata-rata pada pengukuran pH standar 4,01 sebesar 4,11 %, Sedangkan pada pH standar 9,18 sebesar -1,46 %.
4. Relay dan pompa air aktif setelah level air berada pada ketinggian 6 cm dan berhenti bekerja saat level air berada pada ketinggian 25 cm.
5. Layar LCD mampu menampilkan informasi level air, status pompa, nilai pH dan nilai kekeruhan.
6. Secara umum sistem monitoring kualitas air (pH dan kekeruhan) dan kontrol level ketinggian air berhasil bekerja sesuai indikator keberhasilan sebagai berikut :
 - a. Pompa hidup dan mati secara otomatis menyesuaikan dengan kondisi ketinggian level air.
 - b. Nilai pH air ditampilkan ke LCD
 - c. Nilai kekeruhan air ditampilkan ke LCD.

5.2 Saran

Sebagai langkah perbaikan dan pengembangan kedepannya, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Penggunaan PCB (*Printed Circuit Box*) jenis matriks dimana jalur konduktor dibuat secara manual yang rentan terhadap noise yang

dapat mengganggu sinyal dari sensor. Lebih baik menggunakan PCB jenis *cooper clad* untuk menghasilkan jalur konduktivitas yang lebih baik.

2. Pada proses kalibrasi sensor kekeruhan sebaiknya menggunakan larutan standar formazin untuk menghasilkan pembacaan NTU yang lebih akurat.
3. Untuk pengembangan lebih lanjut bisa diintegrasikan melalui IoT (Internet of Thing) agar dapat dimonitor dari jarak jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Ahmadil., (2018), Monitoring Water Level Control Berbasis Arduino Uno Menggunakan LCD LM016L, Jurnal EEICT Vol. 1 Tahun 2018 : 041-052 eISSN: 2615-2169.
- Hanifah Fajrin, (2020), Alat Pengukur pH Berbasis Arduino, Jurnal Teknik Elektromedik Vol. 5 Tahun 2020 : ISSN 2716-0505.
- Kesehatan, M., & Indonesia, R. (1990). Peraturan Menteri Kesehatan Nomor : 416 / MEN . KES / PER / IX / 1990 Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air. 1–10.
- Naslilmuna, Muhamad Muryani, Chatarina Santoso, S. (2018). Analisis Kualitas Air tanah Dan Pola Konsumsi Air Masyarakat Sekitar Industri Kertas PT Jaya Kertas Kecamatan Kertosono Kabupaten Nganjuk.
- Rahaditia (2020). Sistem Pendeteksi Kualitas Air Bersih Menggunakan Sensor pH dan Sensor TDS Berbasis Mobile. UIN Syarif Hidayatullah, 1-2.
- Pratmono, D., Ardiansyah, A., Widodo, A., & Titiani, F. (2019). Pembuatan Alat Pendeteksi Kadar Logam Pada Air Berbasis Aduino UNO. 7(1), 29–34.
- Bilqis, Haniefa (2023) Pengelolaan Air Bersih Di Wilayah Perkotaan (Studi Pada PAM Jaya dan Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta). Diploma thesis, Universitas Nasional.
- Joko, T., (2010). Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Effendi, Hefni, (2003). Telaah Kualitas Air. Yogyakarta: Kanisius.

Infotek : Jurnal Informatika dan Teknologi Vol. 3 No. 1, Januari 2020, hal 1 - 7
eISSN 2614-8773 1.

Gunawan, Indra (2020). Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada
Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk.

Laili1, Abu dkk (2019) Saklar Otomatis Pengisian Tandon Air Berbasis Arduino
Uno.

Astari, R. dkk (2009). Kualitas Air dan Kinerja Unit Pengolahan di Instalasi
Pengolahan Air Minum ITB. Laporan Penelitian. Bandung.

Rohpandi, Dani dkk (2021) Rancang Bangun Pompa Air Otomatis Dan
Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis Iot Pada Tandon Air.

Dewanto, Eki dkk (2018). Tandon Air Otomatis Dengan Sistem Monitoring
Melalui Android Berbasis Arduino Uno. Teknik Elektronika, Fakultas
Teknik, Universitas Negeri Jakarta 2018.

Mulyanto, Yudi (2025). Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Air
Tandon Memanfaatkan Ultrasonik HC-SR04 dan Sensor Kekeruhan Optik
Berbasis Internet Of Things (IOT). Jurnal TEKNIMEDIA Volume 6,
Nomor 1 Juni 2025: 135 - 141.

Hanafi, M. (2017). Membangun Aplikasi Monitoring. Penerbit Andi.

Bolton, W. (2015). Instrumentation and Control Systems. Newnes.

Kadir, A. (2015). Panduan Praktis Belajar Mikrokontroler dan Pemrogramannya
menggunakan Arduino. Andi Offset.

DFRobot Wiki. (2023). Turbidity Sensor SKU: SEN0189 User Manual.

LAMPIRAN - LAMPIRAN