

**SISTEM MONITORING KUALITAS AIR BERBASIS IOT  
INTERNET OF THINGS**



**Disusun Oleh:**

Intan Suci Ramadhani Purnama Kuncoro

NIM : 220411100182

**Dosen Pengampu:**

Dwi Kuswanto, S.Pd., M.T.

NIP : 19740221 200801 1 006

**PRODI TEKNIK INFORMATIKA  
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA  
2025**

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup. Seiring berkembangnya zaman dan meningkatnya aktivitas industri serta urbanisasi, kualitas air menjadi semakin terancam oleh pencemaran. Air yang tercemar dapat menyebabkan berbagai penyakit berbahaya seperti diare, kolera, dan gangguan kulit, serta berdampak negatif terhadap lingkungan dan ekosistem.

Untuk menjaga kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan, perlu adanya sistem yang mampu memantau kualitas air secara berkala dan real-time. Pemantauan manual membutuhkan waktu, tenaga, dan biaya yang besar, serta tidak efisien jika dilakukan dalam jangka panjang.

Teknologi Internet of Things (IoT) memberikan solusi yang efisien untuk masalah ini. Dengan menggabungkan mikrokontroler, sensor, dan konektivitas internet, sistem monitoring kualitas air berbasis IoT dapat memberikan data secara real-time, serta memberikan peringatan dini apabila terjadi penurunan kualitas air. Sistem ini sangat berguna untuk pengawasan air di sungai, kolam, dan instalasi air bersih rumah tangga.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dikembangkan sebuah alat monitoring kualitas air berbasis IoT menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan beberapa sensor (pH, turbidity, dan suhu). Data akan dikirimkan secara real-time ke cloud platform untuk dianalisis dan ditampilkan kepada pengguna melalui perangkat seluler atau komputer.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang dapat bekerja secara real-time?
2. Bagaimana memanfaatkan sensor pH, turbidity, dan suhu untuk mengukur kualitas air?
3. Bagaimana sistem dapat mengirimkan data ke cloud dan menampilkan hasil pengukuran secara online?

### **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian ini memiliki batasan sebagai berikut:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266.
2. Sensor yang digunakan terbatas pada sensor pH, sensor turbidity (kekeruhan), dan sensor suhu air.
3. Sistem hanya berfungsi sebagai alat monitoring, tanpa fitur pengolahan atau filtrasi air.
4. Data ditampilkan melalui platform Thingspeak.
5. Pengujian dilakukan pada sampel air rumah tangga dan lingkungan sekitar.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring kualitas air secara real-time berbasis IoT.
2. Menggunakan sensor untuk mendeteksi parameter air (pH, kekeruhan, suhu) secara otomatis.
3. Mengirimkan data ke cloud dan menampilkan hasil pengukuran secara online.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Memberikan solusi efisien dan hemat biaya untuk pemantauan kualitas air.
2. Membantu deteksi dini terhadap penurunan kualitas air di lingkungan sekitar.
3. Menjadi dasar pengembangan sistem serupa di masa depan untuk pemantauan air secara skala besar.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Proposal ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

1. Bab I menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.
2. Bab II membahas teori-teori dasar, penelitian terdahulu, dan perbandingan sistem.
3. Bab III menjelaskan metodologi yang digunakan, arsitektur sistem, diagram, flowchart, hingga skenario pengujian alat.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Teori Dasar**

##### **2.1.1 Internet of Things (IoT)**

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menghubungkan perangkat elektronik ke internet sehingga perangkat tersebut dapat saling berkomunikasi dan bertukar data. Dalam konteks sistem monitoring kualitas air, IoT memungkinkan sensor untuk mengirim data ke server atau cloud, yang kemudian dapat diakses secara real-time melalui internet oleh pengguna.

##### **2.1.2 Kualitas Air dan Parameternya**

Kualitas air merupakan ukuran kondisi air yang didasarkan pada parameter-parameter fisika, kimia, dan biologi. Parameter utama yang menentukan kualitas air untuk konsumsi dan lingkungan adalah:

1. pH: Menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan air. Rentang aman untuk air minum adalah 6.5 – 8.5.
2. Turbiditas: Mengukur kekeruhan air yang disebabkan oleh partikel tersuspensi. Nilai turbiditas < 5 NTU dianggap aman untuk konsumsi.
3. Suhu: Mempengaruhi reaksi kimia dalam air serta tingkat kelarutan oksigen.

##### **2.1.3 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266**

NodeMCU adalah papan pengembangan berbasis mikrokontroler ESP8266 dengan kemampuan Wi-Fi bawaan. Board ini populer dalam pengembangan sistem IoT karena harganya terjangkau, ukuran kecil, dan mudah diprogram menggunakan Arduino IDE. NodeMCU memiliki GPIO untuk menghubungkan berbagai sensor dan modul lainnya.

##### **2.1.4 Sensor-Sensor yang Digunakan**

1. Sensor pH: Mengukur tingkat keasaman air. Biasanya menghasilkan sinyal analog yang diproses oleh ADC mikrokontroler.
2. Sensor Turbidity: Bekerja dengan cahaya inframerah untuk mendeteksi kekeruhan. Semakin tinggi kekeruhan, semakin banyak cahaya yang diserap atau tersebar.
3. Sensor Suhu (DS18B20): Sensor digital tahan air yang digunakan untuk mengukur suhu air secara presisi.

### **2.1.5 Platform Cloud Monitoring (Thingspeak)**

Thingspeak adalah platform IoT berbasis cloud yang memungkinkan perangkat untuk menyimpan, menganalisis, dan memvisualisasikan data sensor secara real-time. Dengan integrasi Wi-Fi dari NodeMCU, data dari sensor dapat dikirim langsung ke Thingspeak dan ditampilkan dalam bentuk grafik.

## **2.2 Penelitian Terkait**

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan antara lain:

1. Pasika & Gandla (2020): Merancang sistem monitoring kualitas air berbasis IoT dengan sensor pH, turbidity, dan suhu. Data dikirim ke Thingspeak. Sistem berjalan baik namun belum memiliki fitur peringatan otomatis.
2. Mukta et al. (2019): Sistem monitoring berbasis Arduino dan cloud dengan klasifikasi air layak minum menggunakan machine learning (Fast Forest Binary Classifier).
3. Demetillo et al. (2019): Mengembangkan sistem monitoring kualitas air untuk danau menggunakan sensor pH, suhu, dan DO (dissolved oxygen), serta dilengkapi dengan pengiriman data berbasis GSM dan tampilan web.

## **2.3 Perbandingan dan Kelemahan Sistem Terdahulu**

Penelitian	Platform	Sensor	Kelebihan	Kelemahan
Pasika (2020)	IoT + Thingspeak	pH, Turbidity, Suhu	Real-time, murah	Tidak ada notifikasi
Mukta (2019)	Arduino + .NET	pH, Suhu	Akurasi tinggi dengan ML	Tidak mobile
Demetillo (2019)	GSM + Web	pH, DO, Suhu	Bisa digunakan di danau besar	Boros daya, mahal

Dari tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa masih diperlukan sistem yang:

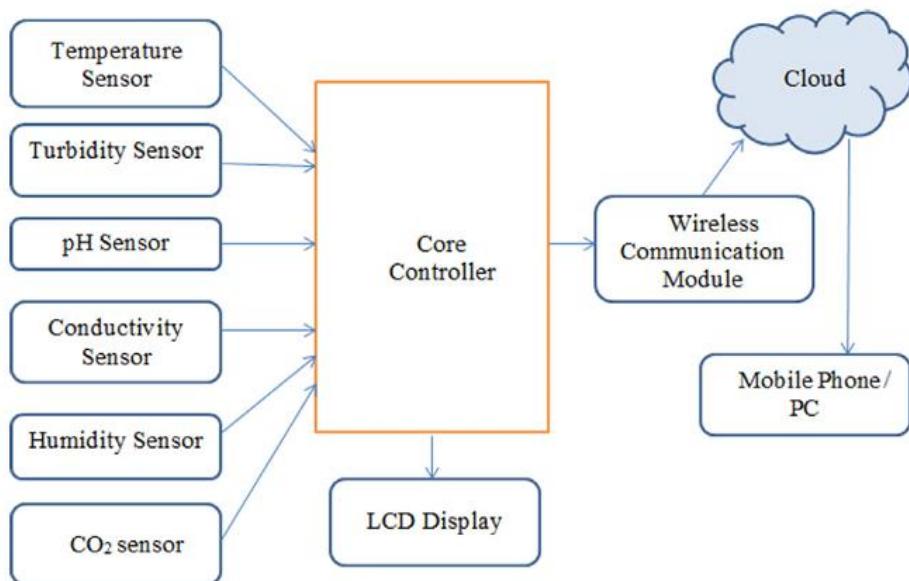
1. Efisien energi dan biaya
2. Mudah dipasang di lokasi mana pun
3. Dapat diakses secara online real-time
4. Mudah digunakan dan scalable

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Arsitektur Sistem

Sistem monitoring kualitas air ini terdiri dari sensor-sensor utama seperti pH, suhu, turbidity, konduktivitas, karbon dioksida, dan kelembapan. Sensor-sensor ini dihubungkan ke mikrokontroler (core controller), yang kemudian mengirimkan data ke cloud melalui modul komunikasi nirkabel. Data juga dapat ditampilkan secara lokal menggunakan LCD.



Gambar 3.1 Arsitektur Sistem Monitoring Kualitas Air

#### Keterangan:

##### 1. Sensor

Sensor-sensor ini merupakan komponen input utama yang bertugas mengukur parameter kualitas air. Jenis-jenis sensor dalam gambar meliputi:

- Temperature Sensor: Mengukur suhu air. Suhu mempengaruhi reaksi kimia dan biologis dalam air.
- Turbidity Sensor: Mengukur tingkat kekeruhan air. Air yang terlalu keruh dapat mengindikasikan kontaminasi.

- pH Sensor: Mengukur keasaman atau kebasaan air. pH terlalu rendah atau tinggi bisa berbahaya.
- Conductivity Sensor: Mengukur kemampuan air dalam menghantarkan listrik, biasanya berkaitan dengan jumlah ion (seperti garam, logam, atau polutan).
- Humidity Sensor: Mengukur kelembaban udara sekitar, bisa digunakan untuk mengoreksi data atau menyesuaikan lingkungan alat.
- CO<sub>2</sub> Sensor: Mengukur kadar karbon dioksida yang terlarut atau di sekitar air, bisa menjadi indikator kontaminasi atau aktivitas biologis.

Semua sensor ini menghasilkan data analog atau digital yang dikirim ke pusat pengolah.

## **2. Core Controller (Kontroler Inti)**

Core controller adalah unit pusat pemrosesan sistem. Biasanya berupa mikrokontroler seperti:

- NodeMCU ESP8266 / ESP32
- Arduino UNO atau Mega

Fungsi utamanya:

1. Membaca data dari sensor-sensor
2. Mengubah data analog menjadi digital (menggunakan ADC)
3. Menyimpan data sementara
4. Mengontrol pengiriman data ke cloud
5. Mengatur tampilan data ke LCD

## **3. LCD Display**

Tampilan lokal berupa layar LCD (misalnya LCD 16x2 atau OLED) yang menunjukkan:

- Nilai-nilai sensor secara real-time (misal: pH: 7.3, suhu: 27°C)
- Status koneksi Wi-Fi atau sistem

Tujuannya agar pengguna dapat langsung melihat kondisi air tanpa harus membuka aplikasi cloud.

## **4. Wireless Communication Module**

Merupakan komponen komunikasi, seperti:

- Wi-Fi module (built-in pada ESP8266/ESP32)
- GSM module (seperti SIM800L)

- LoRa atau Zigbee (jika area terpencil)

Tugasnya:

- Mengirim data dari Core Controller ke cloud (internet)
- Menjamin komunikasi nirkabel antara alat dan sistem pemantauan

## 5. Cloud

Cloud adalah server penyimpanan dan pemantauan online, menggunakan Thingspeak.

Data dari sensor dikirim ke cloud, kemudian:

- Disimpan sebagai histori data
- Divisualisasikan dalam bentuk grafik
- Diberikan notifikasi jika melebihi ambang batas

## 6. Mobile Phone / PC

Merupakan interface pengguna (user interface) yang digunakan untuk:

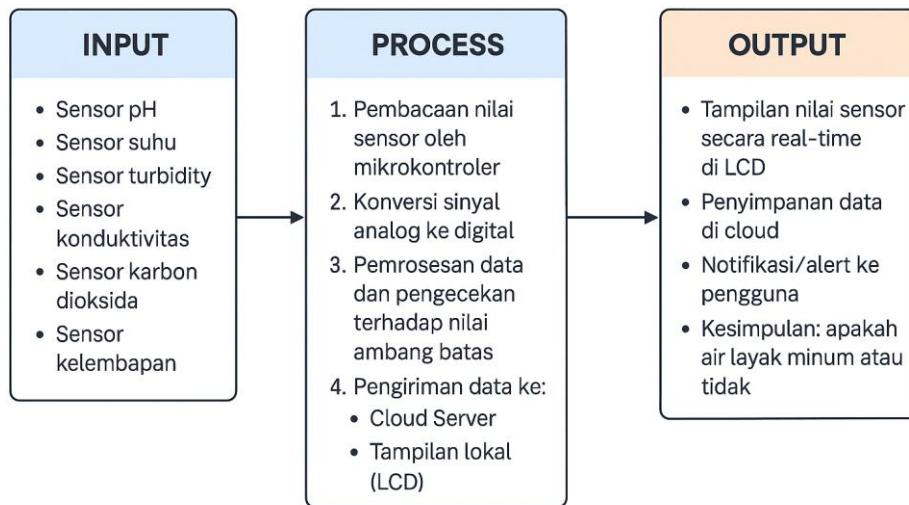
- Mengakses grafik atau status kualitas air
- Menerima notifikasi peringatan
- Melakukan pemantauan jarak jauh dari mana saja

### Keseluruhan Alur Kerja:

1. Sensor mendeteksi kondisi air secara real-time.
2. Core controller memproses dan mengelola data sensor.
3. Data ditampilkan di LCD untuk pemantauan lokal.
4. Data dikirim ke cloud melalui modul komunikasi.
5. Pengguna memantau dan menganalisis data melalui HP atau komputer secara online.

### 3.2 Diagram IPO (Input-Process-Output)

Diagram IPO menjelaskan alur kerja dari input sensor, proses oleh mikrokontroler, hingga output data.



**Gambar 3.2 Diagram IPO (Input–Process–Output)**

Penjelasan gambar :

### 1. Input

Sumber data sistem berasal dari beberapa sensor yang mendeteksi parameter kualitas air:

- Sensor pH: Mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air.
- Sensor Suhu: Mengukur temperatur air.
- Sensor Turbidity: Mengukur tingkat kekeruhan air.
- Sensor Konduktivitas: Mengukur jumlah ion dalam air.
- Sensor Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>): Mendeteksi kadar CO<sub>2</sub> dalam air atau lingkungan.
- Sensor Kelembapan: Mengukur kelembapan udara sekitar sistem (digunakan untuk koreksi data atau kestabilan alat).

### 2. Proses

Proses dilakukan oleh mikrokontroler (NodeMCU ESP8266) sebagai pusat pengolahan:

1. Pembacaan sensor: Sistem membaca nilai-nilai dari sensor secara berkala.
2. Konversi sinyal: Sinyal dari sensor analog dikonversi menjadi digital oleh ADC (Analog to Digital Converter).
3. Pemrosesan data: Sistem memeriksa apakah nilai sensor berada di atas atau di bawah ambang batas normal.

#### 4. Pengiriman data:

- Ke Cloud Server (Thingspeak/Blynk) untuk pemantauan online.
- Ke LCD Display untuk tampilan lokal langsung di perangkat.

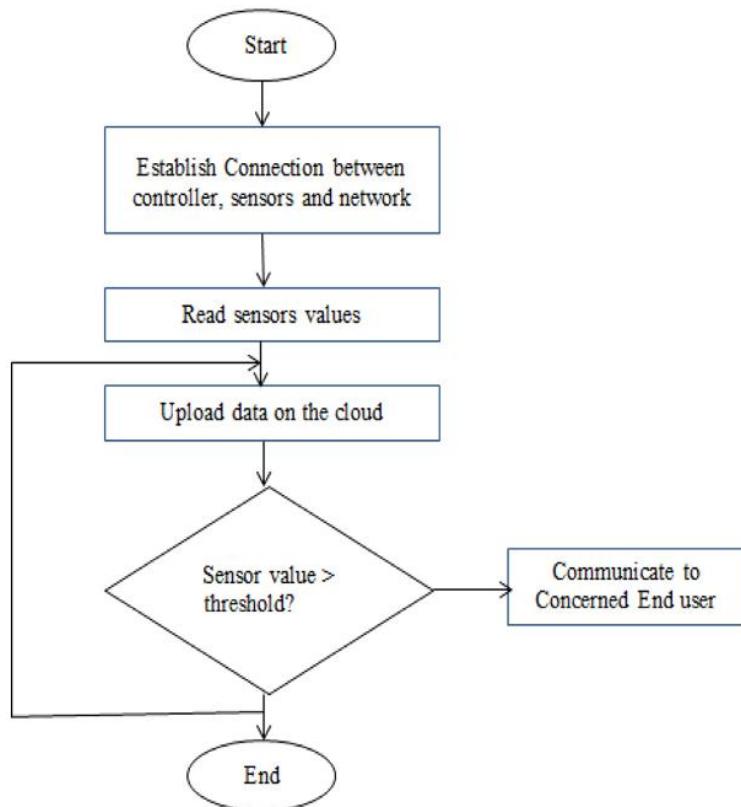
### 3. Output

Hasil dari pemrosesan ditampilkan sebagai:

- Tampilan Real-time di LCD: Menunjukkan nilai sensor saat ini.
- Penyimpanan di Cloud: Data dikirim dan disimpan untuk analisis jangka panjang.
- Notifikasi/Alert: Jika ditemukan nilai sensor yang melebihi batas, sistem akan memberi peringatan.
- Kesimpulan Kualitas Air: Sistem menentukan apakah air layak dikonsumsi atau tidak berdasarkan nilai sensor.

#### 3.3 Flowchart Sistem

Flowchart berikut menggambarkan alur kerja logis sistem monitoring kualitas air.



Gambar 3.3 Flowchart Sistem Monitoring Kualitas Air

## **Penjelasan flowchart :**

### **1. Start**

Merupakan titik awal sistem. Saat perangkat dinyalakan, proses monitoring dimulai.

### **2. Establish Connection between Controller, Sensors and Network**

Pada tahap ini, sistem melakukan:

- Inisialisasi sensor (pH, suhu, turbidity, dll).
- Menghubungkan mikrokontroler ke jaringan Wi-Fi.
- Mengecek status koneksi dan kestabilan komunikasi antar komponen.

Tujuannya agar semua bagian sistem (sensor, kontroler, internet) siap untuk mengirim dan menerima data.

### **3. Read Sensor Values**

Mikrokontroler membaca data dari sensor-sensor:

- Sensor pH mengukur keasaman air.
- Sensor turbidity mengukur kekeruhan.
- Sensor suhu mengukur temperatur air.

Semua nilai ini disimpan secara sementara dalam variabel di dalam mikrokontroler.

### **4. Upload Data on the Cloud**

Data yang sudah dibaca dikirim ke platform cloud seperti Thingspeak.

Tujuannya:

1. Menyimpan data historis
2. Menyediakan visualisasi grafik
3. Memberi akses pemantauan jarak jauh melalui HP atau laptop

### **5. Sensor Value > Threshold? (Decision Making)**

Sistem melakukan evaluasi terhadap nilai sensor:

- Apakah nilai pH keluar dari batas 6.5–8.5?
- Apakah kekeruhan lebih dari 5 NTU?
- Apakah suhu di luar rentang aman?

Jika ya (true) → berarti kualitas air buruk → lanjut ke notifikasi.

Jika tidak (false) → berarti kondisi air masih aman.

## 6. Communicate to Concerned End User

Jika ada nilai sensor yang melebihi ambang batas, maka sistem akan:

- Mengirimkan notifikasi atau alarm ke user melalui aplikasi mobile/email.
- Memberi peringatan bahwa air tidak layak konsumsi atau perlu tindakan.

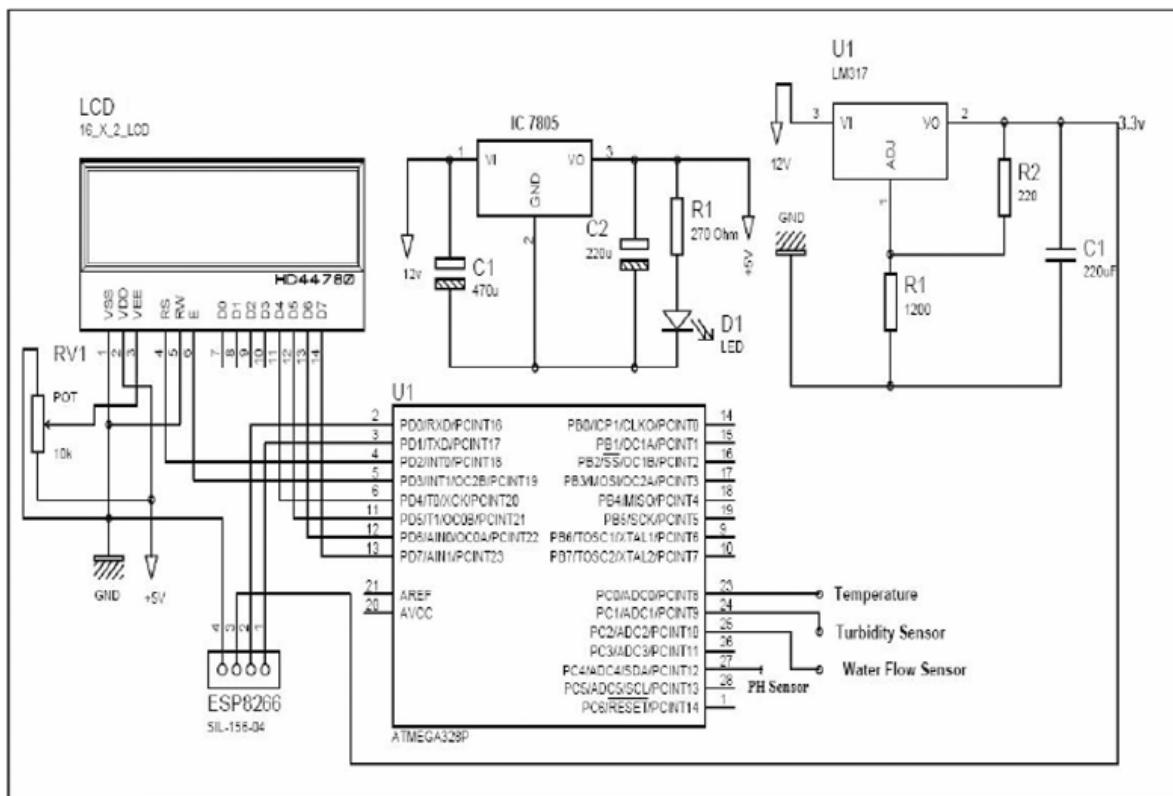
## 7. End (atau Ulangi Looping)

Setelah satu siklus selesai, sistem akan:

- Menunggu waktu tertentu (misalnya 5 menit)
- Kembali membaca sensor dari awal (loop)
- Atau jika sistem dimatikan, maka masuk ke kondisi akhir (shutdown)

### 3.4 Diagram Rangkaian (Skematik)

Skematik sistem menunjukkan hubungan antar komponen: sensor, mikrokontroler (ATmega328P), ESP8266, regulator tegangan, dan LCD.



Gambar 3.4 Rangkaian (Skematik)

## **Penjelasan Komponen Utama dalam Rangkaian**

### **1. Mikrokontroler (U1 – ATmega328P)**

- Bertindak sebagai pusat kendali utama.
- Membaca data dari sensor suhu, turbidity, pH, dan water flow.
- Mengirim data ke ESP8266 untuk koneksi internet.
- Terhubung ke LCD 16x2 untuk menampilkan data lokal.

### **2. ESP8266 (SIL-155-04)**

- Modul WiFi yang menghubungkan mikrokontroler ke jaringan internet.
- Bertanggung jawab mengirimkan data ke server cloud (seperti Thingspeak).
- Diatur dan dikendalikan oleh ATmega328P.

### **3. LCD 16x2 (HD44780)**

- Menampilkan data dari sensor secara real-time.
- Terhubung ke pin digital ATmega328P.
- Dilengkapi dengan potensiometer (RV1) untuk mengatur kontras.

### **4. Sensor-Sensor**

- Suhu, Turbidity, pH, Water Flow Sensor dihubungkan ke port analog ATmega328P.
- Setiap sensor memantau satu parameter kualitas air dan mengirimkan sinyal analog ke mikrokontroler.

### **5. Regulator Tegangan**

- IC 7805 menghasilkan output 5V dari sumber 12V untuk memberi daya ke ATmega dan LCD.
- IC LM317 digunakan untuk menurunkan tegangan menjadi 3.3V, digunakan oleh ESP8266 yang hanya mendukung 3.3V.

### **6. Kapasitor dan Resistor**

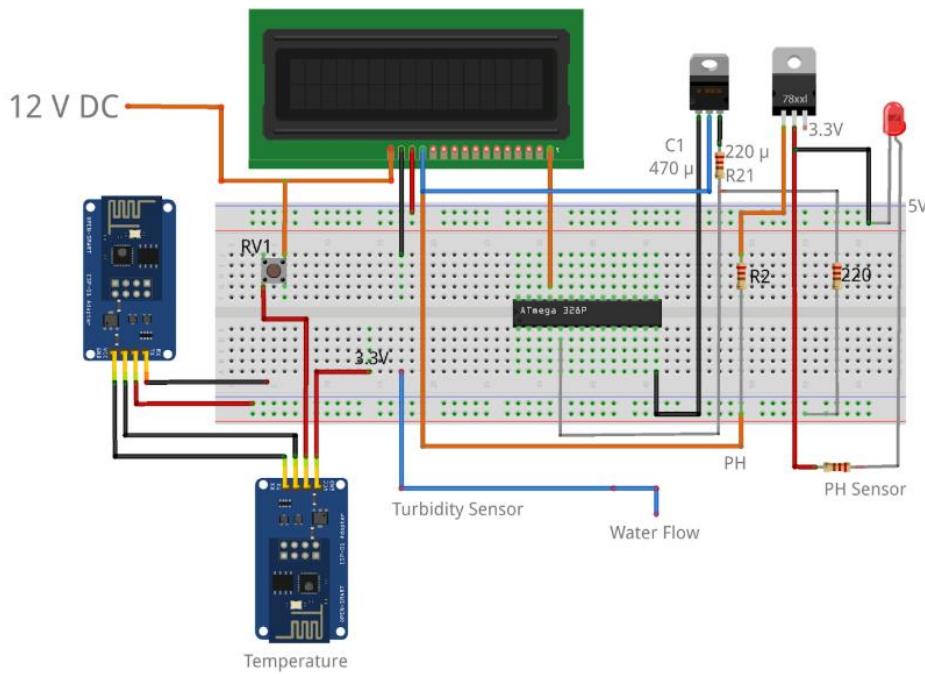
- Kapasitor (C1, C2) digunakan untuk menyaring tegangan input dan mengurangi noise.
- Resistor (R1, R2) digunakan sebagai pembatas arus dan pengatur tegangan pada LM317.
- LED (D1) digunakan sebagai indikator power.

## Alur Kerja Rangkaian

1. Tegangan input 12V masuk → diatur oleh IC 7805 dan LM317 menjadi 5V dan 3.3V.
2. Sensor mengirim sinyal ke ATmega328P, yang memproses dan menampilkannya di LCD 16x2.
3. ATmega juga mengirim data ke ESP8266 untuk dikirim ke cloud.
4. Data bisa dimonitor melalui aplikasi berbasis web/cloud secara real-time.

## 3.5 Rancangan Fisik (Fritzing)

Berikut merupakan tampilan breadboard view dari implementasi nyata rangkaian monitoring kualitas air.



Gambar 3.5 Breadboard View - Rangkaian Sistem Monitoring Kualitas Air

Keterangan:

Komponen Utama & Fungsinya:

### 1. ATmega328P (Mikrokontroler)

- Bertindak sebagai pusat kendali.
- Membaca data dari berbagai sensor.

- Terhubung dengan LCD untuk tampilan lokal dan ke ESP8266 untuk konektivitas internet.

## 2. **ESP8266 WiFi Module**

- Digunakan untuk mengirimkan data dari mikrokontroler ke platform cloud.
- Diatur dengan tegangan 3.3V, diberi catu daya melalui regulator LM317 atau 78xx.

## 3. **LCD 16x2 (HD44780)**

- Menampilkan data pH, suhu, turbidity, dan status sistem secara lokal.
- Dihubungkan dengan potensiometer (RV1) untuk mengatur kontras layar.

## 4. **Sensor-Sensor**

- Temperature Sensor (DS18B20 atau LM35) → Mengukur suhu air.
- Turbidity Sensor → Mengukur kekeruhan air, terhubung ke salah satu pin analog ATmega.
- Water Flow Sensor → Mengukur laju aliran air melalui pulsa digital.
- pH Sensor → Mengukur tingkat keasaman air, juga masuk ke pin analog.

## 5. **Catu Daya**

- 12V DC input digunakan sebagai sumber utama sistem.
- IC 7805 menghasilkan 5V untuk ATmega, sensor, dan LCD.
- LM317 atau 78xx digunakan untuk menghasilkan 3.3V ke ESP8266.
- Terdapat kapasitor 220 $\mu$ F dan 470 $\mu$ F untuk menyaring noise tegangan.

## 6. **LED Indikator**

- Terhubung dengan resistor 220 $\Omega$ .
- Menyala saat sistem mendapat tegangan sebagai tanda bahwa alat aktif.

## 7. **Breadboard dan Jalur Koneksi**

- Semua komponen disusun secara modular di breadboard.
- Jalur kabel berwarna (merah = VCC, hitam = GND, oranye/biru = sinyal) memudahkan identifikasi koneksi.

## **Alur Kerja**

1. Sensor mendeteksi kondisi air.
2. ATmega membaca dan mengolah data sensor.

3. Hasil ditampilkan di LCD dan dikirim ke cloud via ESP8266.
4. Pengguna dapat melihat data secara lokal dan online.

### **3.6 Metode Pengembangan Sistem**

Metode yang digunakan adalah prototyping, dengan tahapan:

1. Perencanaan dan analisis kebutuhan sistem.
2. Perakitan perangkat keras dan koneksi antar komponen.
3. Pemrograman mikrokontroler menggunakan Arduino IDE.
4. Uji coba sistem dan debugging.
5. Evaluasi hasil dan perbaikan.

### **3.7 Skenario Pengujian**

No	Jenis Pengujian	Deskripsi Pengujian	Parameter yang Diuji	Hasil yang Diharapkan
1	Pengujian Sensor pH	Mengukur nilai pH dari air minum, air keran, air sungai	pH	Nilai pH antara 6.5 – 8.5
2	Pengujian Sensor Turbidity	Menguji air jernih dan air yang diberi partikel (keruh)	Turbidity (NTU)	Nilai < 5 NTU untuk air layak konsumsi
3	Pengujian Sensor Suhu	Menguji air pada kondisi dingin, suhu ruang, dan hangat	Suhu (°C)	Nilai berkisar 10°C – 40°C
4	Konektivitas Wi-Fi & Cloud	Memastikan sistem dapat mengirim data ke Thingspeak secara stabil	Waktu respon, kestabilan koneksi	Data tampil di cloud secara real-time
5	Tampilan di LCD	Memastikan LCD menampilkan data sensor secara akurat dan sinkron	Output display	LCD menampilkan nilai pH, suhu, dll

6	Notifikasi Threshold	Uji air dengan nilai pH di bawah 5 atau di atas 9, dan turbidity tinggi	Trigger alert	Muncul notifikasi/status “tidak layak”
7	Pengujian 24 jam non-stop	Menjalankan sistem selama 24 jam untuk menguji daya tahan dan konsistensi pengiriman data	Kestabilan sistem	Tidak ada gangguan, data tetap terkirim

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem monitoring kualitas air berjalan sesuai spesifikasi. Sensor diuji pada berbagai kondisi nyata untuk memverifikasi keakuratan dan kepekaannya. Pengiriman data diuji kestabilannya ke platform cloud. Tampilan lokal dan fungsi peringatan juga dikaji. Terakhir, sistem diuji secara berkelanjutan selama 24 jam untuk menilai keandalannya dalam operasional jangka panjang.