

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pada penelitian Sulistyawati, dan Fitriyani. "Limbah cair industri tahu dan dampaknya terhadap kualitas air dan biota perairan." Membahas tentang menguji dampak konsentrasi limbah cair industri tahu terhadap kualitas air, pola renang dan tingkah laku ikan. Penelitian dilakukan dengan uji coba di Laboratorium menggunakan akuarium dan dianalisis secara deskriptif. Adapun perlakuan yang dicobakan adalah limbah cair tahu dengan konsentrasi 0%; 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0% dan 1,2% dari volume air 10 liter. Setiap akuarium diisi ikan sebanyak 24 ekor dengan ukuran 4-5 cm. Metode Pengamatan dilakukan selama 96 jam. Hasil pengukuran kualitas air pH, DO, CO₂, COD, TSS dan H₂S melebihi standar baku mutu, sedangkan suhu, BOD₅ dan amoniak masih dibawah standar baku mutu[2].

Pada penelitian Dwi Adhe Ayu Novitasari, Dedi Triyanto dan Irma Nirmala yang berjudul, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Limbah Cair Industri Berbasis Mikrokontroler dengan Antarmuka *Website*" pada tahun 2018, membahas tentang rancangan dan pengujian sistem pemantau limbah cair industri. Pada penelitian tersebut penulis merancang alat untuk pemantau hasil dari pembuangan limbah cair industri menggunakan tiga sensor utama, yaitu suhu, pH dan kekeruhan. Sedangkan untuk pengiriman data menggunakan *ethernet shield* dan menggunakan *website* sebagai sistem antarmuka. Peneliti melakukan pengujian dari empat objek limbah industri, yaitu air limbah tahu, air kran, air sungai dan air detergen. Pengujian parameter pH dilakukan tujuh kali pengujian dengan empat objek yang berbeda, dan didapat hasil nilai selisih sebesar 2,14. Pengujian parameter suhu sebanyak duapuluh empat, kali dengan hasil nilai selisih yang didapat sebesar 0,34. Dan pengujian sensor kekeruhan dilakukan dua puluh empat kali, dengan hasil sensor dapat berkerja dengan baik dalam mengukur parameter kekeruhan limbah cair [4].

Pada penelitian Sarofah, Arini Kusna yang berjudul "Pengaruh Limbah Tahu terhadap Kualitas Air Sungai di Desa Mejing Kecamatan Candimulyo." Membahas tentang pengaruh limbah tahu terhadap kualitas air sungai yang ditinjau dari sifat fisika dan kimia. Metode pengambilan sampel yang digunakan

yaitu *grab sampling* atau pengambilan sampel sesaat yang menunjukkan keadaan air pada saat itu. Hasil penelitian berdasarkan sifat fisiknya menunjukkan bahwa air sungai berbau dan berasa masam serta memiliki suhu air sekitar 31. Sesuai baku mutu air yang bersih tidak memiliki bau dan tidak memiliki rasa. Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian air menyatakan bahwa pH maksimum air bersih berkisar 6-9. Sedangkan berdasarkan penelitian, pH air sungai tersebut 4,0 yang menandakan bahwa pH air kurang dari ambang batas normal[5].

Berdasarkan lampiran XVIII Peraturan Menteri lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air limbah.[6]

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup)[6]

NO	Parameter	Satuan	GOLONGAN	
			I	II
A	Fisika			
1	Temperatur	°C	38	40
2	Zat Padat Larut (TDS)	mg/L	2.000	4.000
3	Zat Padat Suspensi (TSS)	mg/L	200	400
B	Kimia			
1	Ph	-	6-9	6-9
2	Besi Terlarut (Fe)	mg/L	5	10
3	Mangan Terlarut (Mn)	mg/L	2	5
4	Barium (Ba)	mg/L	2	3
5	Tembaga (Cu)	mg/L	2	3
6	Seng (Zn)	mg/L	5	10
7	Krom Heksavelen (Cr ⁶⁺)	mg/L	0,1	0,5
8	Kro Total (Cr)	mg/L	0,5	1
9	Cadmium (Cd)	mg/L	0,05	0,1
10	Air Raksa (Hg)	mg/L	0,002	0,005
11	Timbal (Pb)	mg/L	0,1	1
12	Stanum (Sn)	mg/L	2	3
13	Arsen (As)	mg/L	0,1	0,5

NO	Parameter	Satuan	Golongan I	Golongan II
14	Selenium (Se)	mg/L	0,05	0,5
15	Nikel (Ni)	mg/L	0,2	0,5
16	Kobalt (Co)	mg/L	0,4	0,6
17	Sianida (CN)	mg/L	0,05	0,5
18	Sulfida (H ₂ S)	mg/L	0,5	1
19	Fluorida (F)	mg/L	2	3
20	Klorin Bebas (Cl ₂)	mg/L	1	2
21	Amonia (NH ₃)	mg/L	5	10
22	Nitrat (NO ₃)	mg/L	20	30
23	Nitrit (NO ₂)	mg/L	1	3
24	Total Nitrogen	mg/L	30	60
25	BOD ₅	mg/L	50	150
26	COD	mg/L	100	300
27	Senyawa Aktif Biru Metilen	mg/L	5	10
28	Fenol	mg/L	0,5	1

Pada penelitian Muh Fajaruddin Natsir. "Pengolahan limbah cair industri tahu menjadi pupuk organik cair dengan penambahan effective mikroorganisme-4 (EM-4)." Membahas tentang pengolahan limbah cair tahu menjadi pupuk organik cair dengan penambahan Efektifitas Mikroorganisme- 4 (EM-4) dan efektivitas kaporit dalam menurunkan kadar amoniak dan tingkat pH. Penelitian ini menghasilkan efektifitas dari kaporit cukup tinggi yaitu 66,2% untuk kadar amonia sedangkan untuk tingkat pH memiliki efektifitas sangat baik karena kadar asam pada limbah tahu 5,33 mengalami kenaikan yaitu 6,60 dimana nilai tersebut mendekati netral, pemeriksaan kandungan C-Organik, Nitrogen, Posfor dan Kalium di periksa di Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kota Makassar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar N-total (0,47%), Kadar Posfor (0,03%), kadar Kalium (0,10%) dan kadar C-Organik (1,36%), namun belum memenuhi persyaratan minimal pupuk organik cair tetapi sudah bisa digunakan pada tanaman karena telah memenuhi unsur hara[7].

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Baku Mutu Air Limbah

Baku mutu air limbah adalah standar yang ditetapkan untuk kualitas air limbah yang dibuang ke dalam lingkungan. Air limbah adalah air yang telah terkontaminasi oleh berbagai bahan dan zat dari kegiatan manusia, seperti limbah domestik, industri, pertanian, dan komersial. Baku mutu air limbah ditetapkan untuk memastikan bahwa air limbah yang dibuang ke dalam lingkungan tidak mencemari sumber daya air dan tidak membahayakan manusia serta ekosistem. Standar ini mencakup berbagai parameter dan batasan konsentrasi yang ditetapkan untuk berbagai zat dan komponen dalam air limbah.

Analisis kualitas limbah dapat dilakukan menggunakan indikator biologi dan kimia. Indikator biologi merupakan korelasi perilaku komunitas di alam dengan lingkungan. Sedangkan indikator kimia dilakukan dengan melakukan analisis BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan DO (*Dissolved Oxygen*). Dengan demikian perlu dilakukan pengujian BOD dan COD untuk mengetahui kondisi limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri tersebut [8].

Tabel 2. 2 Standar Parameter Kualitas Air

Jenis Parameter	Standar Parameter
pH	6-9
NH ₃	10 mg/l

Konversi mg/L (Milligrams per Liter) menjadi PPM (Parts Per Million), bisa dianggap bahwa 1 mg/L sama dengan 1 PPM, karena keduanya merupakan perbandingan yang setara

2.2.1.1 Derajat Keasaman

Derajat keasaman air (dalam bahasa Inggris disebut pH) adalah ukuran yang menggambarkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Skala pH berjalan dari 0 hingga 14, di mana angka 7 menunjukkan kondisi netral. Angka pH di bawah 7 menunjukkan larutan bersifat asam, sedangkan angka pH di atas 7 menunjukkan larutan bersifat basa atau alkali. Istilah pH

berasal dari “P” lambang matematika dari *negative logaritma*, dan “H” lambang kimia untuk unsur *hydrogen*. Definisi yang formal tentang pH adalah *negative logaritma* dari aktivitas *ion Hidrogen*[9].

2.2.1.2 Gas Amonia

Gas adalah zat yang bisa berwujud cair, padat, atau mengubah bentuk dan volume sesuai dengan kondisi sekitar[19]. Dalam limbah cair industri, terdapat berbagai macam gas berbahaya, termasuk oksigen (O₂), hidrogen sulfida (H₂S), amonia (NH₃), karbon dioksida (CO₂), dan metana (CH₄). Dalam Lampiran XVIII Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, terdapat dua kelompok standar untuk NH₃, yaitu 5 ppm dan 10 ppm. Sedangkan dalam limbah tahu, termasuk ke dalam kelompok kedua karena mengandung COD sekitar 7.000-10.000 ppm[9].

2.2.2 Internet Of Things

Internet Of Things adalah sebuah teknologi canggih yang pada dasarnya merujuk pada banyaknya *device* dan suatu system di seeluruh dunia yang saling terhubung satu sama lain dengan meggunakan internet dan bisa saling berbagi data, terknologi – teknologi ini memiliki seperti sensor dan *software* dengan tujuan untuk berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, dan bertukar data melalui perangkat lain selama masih terbuhung dengan internet dan mendukung kinerja tanpa menggunakan bantuan kabel, dan berbasis *wireless IoT* memiliki hubungan yang erat dengan istilah atau M2M[10].

2.2.3 Arduino UNO

Arduino uno merupakan *platform prototyping* perangkat keras bersifat open *source* yang dapat digunakan untuk membuat proyek berbasis pemograman. Arduino dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik atau siapapun yang ingin mengembangkan peralatan elektronik interaktif berdasarkan *hardware* dan *software* yang fleksibel dan mudah digunakan[11].

Kelebihan arduino uno tidak perlu memerlukan chip programmer karena sudah menggunakan *bootloader* untuk menangani *upload* program dari komputer, pemrograman arduino menggunakan komunikasi kabel USB,

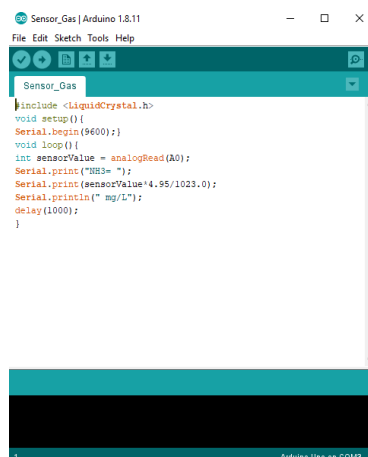
Bahasa yang digunakan pun relative mudah karena program arduino dilengkapi dengan kumpulan *library* yang cukup lengkap dan bisa menambahkan *library* dengan cara mendownload[11].



Gambar 2.1 Arduino UNO

2.2.4 Aduino IDE

IDE Arduino (*Integrated Development Evironment*) berfungsi untuk membuat, membuka dan mengedit program yang akan kita masukkan kedalam *board* Arduino. Aplikasi Arduino IDE dirancang untuk memudahkan penggunaanya dalam membuat berbagai aplikasi. Untuk struktur bahasa pemograman yang sederhana dan fungsi lengkap, sehingga mudah untuk dipelajari oleh pemula[11].



Gambar 2.2 Arduino IDE

2.2.5 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah board elektronik yang berbasis chip ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (*WiFi*). Terdapat beberapa pin *I/O* sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi *monitoring* maupun *controlling* pada proyek *IOT*. *NodeMCU* ESP8266 dapat diprogram dengan *compiler*-nya Arduino[12]. Chip ESP8266 yang kuat dengan antarmuka pemrograman yang mudah digunakan, memungkinkan pengguna untuk membuat prototipe dan mengembangkan aplikasi *IoT* dengan cepat.



Gambar 2. 3 NodeMCU ESP8266

- a) Microcontroller: Tensilica 32-bit RISC CPU Xtensa LX106
- b) Operating Voltage: 3.3V
- c) Input Voltage: 7-12V
- d) Digital I/O Pins (DIO): 16
- e) Analog Input Pins (ADC): 1
- f) UARTs: 1
- g) SPIs: 1
- h) I2Cs: 1
- i) Flash Memory: 4 MB
- j) SRAM: 64 KB
- k) Clock Speed: 80 MHz
- l) USB-TTL based on CP2102 is included onboard, Enabling Plug n Play
- m) PCB Antenna
- n) Small Sized module to fit smartly inside your IoT projects

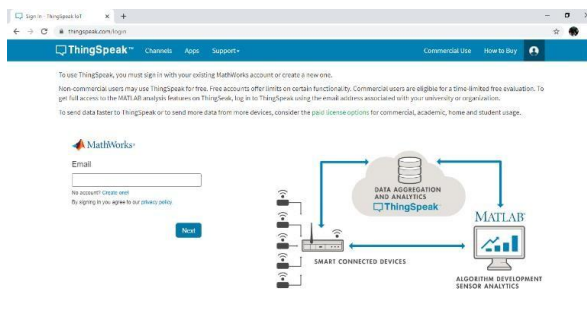
2.2.6 Quality Of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu servis. *QoS* digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis.

Dalam konteks jaringan *Wi-Fi*, IEEE 802.11 adalah standar yang diterbitkan oleh *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* untuk mengatur protokol dan spesifikasi teknis dalam jaringan *Wi-Fi*. Meskipun standar ini tidak secara khusus membahas tentang *RSSI (Received Signal Strength Indicator)* dalam dBm, penggunaan *RSSI* ini seringkali ditemukan dalam implementasi perangkat *Wi-Fi*. Pengukuran *RSSI* digunakan untuk menilai kualitas sinyal dan menentukan koneksi yang lebih baik. Meskipun tidak ada standar spesifik tentang penggunaan *RSSI* dalam IEEE 802.11, namun pengukuran *RSSI* ini berperan penting dalam memantau kualitas sinyal dan keandalan layanan dalam jaringan *Wi-Fi* sesuai dengan karakteristik dan sifat dari layanan yang disediakan (*QoS*). [14].

2.2.7 ThingSpeak

Thingspeak merupakan sebuah *platform* layanan internet yang menyediakan layanan untuk pengaplikasian pada *Internet of Things*. Layanan *ThingSpeak* berisi mengenai layanan aplikasi dan *API* yang bersifat *open source* untuk menyimpan dan mengambil data dari berbagai perangkat yang menggunakan *HTTP (Hypertext Transfer Protocol)* melalui internet atau melalui *LAN (Local Area Network)*. Dengan menggunakan *ThingSpeak*, seseorang dapat membuat aplikasi *logging sensor*, aplikasi pelacakan lokasi dan jaringan social dari segala sesuatu yang terhubung ke internet dengan pembaharuan status[15].



Gambar 2. 4 Website ThingSpeak

2.2.8 Pompa Air

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut[16]. Dalam hal ini sebagai yang nantinya akan dibuat untuk menjadi perangkat pompa larutan kaporit secara otomatis.



Gambar 2. 5 Pompa air

2.2.9 Sensor

2.2.9.1 Sensor PH4502C

Alat ukur pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya di dasarkan pada perhitungan teoritis. Skala pH bukanlah skala absolut dengan skala pH antara 0 hingga 14 [17].



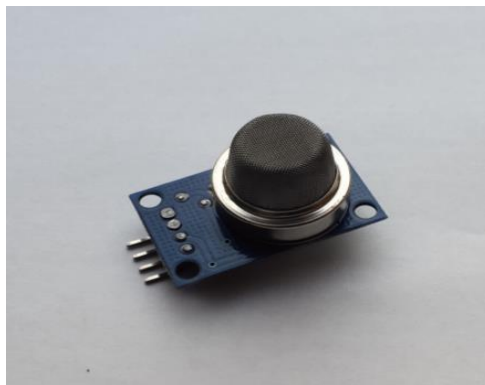
Gambar 2. 6 Sensor Tingkat pH

Spesifikasi sensor PH4502C :

- a) Kekuatan modul : 5V
- b) Rentang pengukuran : 0-14 pH
- c) Waktu merespon : ≤ 60 s

2.2.9.2 Sensor MQ-135

Sensor MQ135 merupakan sensor senyawa kimia yang sensitive terhadap senyawa berupa gas dengan cara menerima perubahan nilai resistansi seperti gas amonia (NH_3), karbon monoksida atau asap (CO), karbon dioksida (CO_2) dan lain- lain. Sensor ini memiliki nilai resistansi yang akan berubah jika mendeteksi adanya gas amonia lalu mengirimkan data dalam bentuk analog ke mikrokontroler Arduino uno[18].



Gambar 2. 7 Sensor MQ-135

Spesifikasi Sensor MQ-135

- a) Rentang deteksi : 5 hingga 500 ppm (mg/L)
- b) Sensitivitas : 3%
- c) Waktu respons : 30 s

- d) Suhu kerja : -10 hingga 50 (suhu nominal 20°C)
- e) Kelembaban operasi : 95% RH (nominal 65% RH)

2.2.10 Relay

Relay adalah salah satu komponen yang memiliki berbagai aplikasi dalam rangkaian elektronika, baik yang sederhana maupun kompleks. Sebenarnya, relay adalah jenis saklar listrik yang diaktifkan oleh arus listrik. Prinsip kerja relay tidak jauh berbeda dengan saklar konvensional karena menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar. Oleh karena itu, relay memerlukan pasokan listrik untuk berfungsi. Relay terdiri dari dua bagian utama, yaitu coil atau elektromagnet, dan kontak saklar. Dengan menggunakan prinsip elektromagnetik, relay mampu menggerakkan saklar sehingga arus listrik dengan daya rendah dapat mengalirkan arus listrik dengan tegangan tinggi.[20]



Gambar 2. 8 Relay 5V

2.2.11 RSSI

RSSI merupakan singkatan dari "*Received Signal Strength Indicator*" (Indikator Kekuatan Sinyal yang Diterima). RSSI adalah parameter yang digunakan untuk mengukur kekuatan sinyal yang diterima oleh perangkat penerima dari perangkat pemancar, seperti dalam jaringan nirkabel (Wi-Fi, Bluetooth, dll.) atau dalam sistem komunikasi radio lainnya.

Nilai RSSI diukur dalam satuan desibel milliwatt (dBm) dan menunjukkan seberapa kuat atau lemahnya sinyal yang diterima oleh perangkat penerima. Semakin tinggi nilai RSSI (dalam desibel negatif), semakin kuat sinyal yang diterima oleh perangkat penerima. Sebaliknya, semakin rendah nilai RSSI, semakin lemah sinyal yang diterima.

RSSI digunakan sebagai indikator untuk mengevaluasi kualitas koneksi atau jaringan nirkabel. Dalam jaringan *Wi-Fi*, misalnya, nilai *RSSI* dapat membantu pengguna atau perangkat untuk menentukan seberapa dekat atau jauhnya mereka dari titik akses (router) atau perangkat pemancar *Wi-Fi*. Semakin dekat perangkat dengan titik akses, biasanya, semakin tinggi nilai *RSSI*, dan sebaliknya, semakin jauh, semakin rendah nilai *RSSI*.

Meskipun nilai *RSSI* dapat memberikan petunjuk tentang kekuatan sinyal, tetapi kualitas jaringan atau koneksi juga dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti gangguan elektromagnetik, kepadatan jaringan, atau hambatan fisik antara perangkat pemancar dan penerima

Persamaan yang umum digunakan untuk mengkonversi *RSSI* (*Received Signal Strength Indicator*) dalam desibel miliwatt (dBm) menjadi nilai yang lebih representatif adalah:

$$RSSI \text{ (dBm)} = 10^x \log_{10}(p) \text{ [21]}. \quad \mathbf{2.1}$$

2.2.12 Project Board

Project board adalah istilah yang digunakan untuk menyebut papan fisik atau virtual yang digunakan untuk mengorganisasi dan memvisualisasikan berbagai detail proyek.

Projek board membantu dalam mencapai transparansi, kolaborasi, dan fokus dalam proyek . Ini membantu anggota tim untuk dengan jelas melihat dan memahami pekerjaan yang harus dilakukan, tugas yang sedang berlangsung, dan pekerjaan yang telah selesai. Selain itu, projek board membantu untuk mengidentifikasi hambatan atau masalah yang mungkin muncul dalam proyek dan membuat perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil proyek[22].



Gambar 2. 9 Project Board

2.2.13 Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* adalah jenis kabel pendek yang digunakan dalam elektronika dan prototyping untuk menghubungkan dua titik atau komponen secara sementara. Kabel *jumper* biasanya terdiri dari dua ujung yang dilengkapi dengan konektor atau kepala (biasanya header pin atau female socket) yang dapat dipasang ke pin atau terminal pada komponen elektronik atau papan sirkuit.

Kabel *jumper* memiliki berbagai ukuran dan panjang, tetapi umumnya digunakan dalam bentuk yang pendek, sekitar beberapa sentimeter hingga beberapa puluh sentimeter. Warna kabel *jumper* juga bervariasi dan biasanya tersedia dalam berbagai warna seperti merah, hitam, kuning, hijau, biru, dan lain-lain, untuk mempermudah pengenalan dan identifikasi jalur atau koneksi.

Kabel *jumper* sangat berguna dalam *prototyping* dan eksperimen elektronik karena memungkinkan penghubung yang fleksibel dan mudah diatur tanpa perlu soldering atau menghubungkan kabel secara permanen. Dalam percobaan atau *prototyping*, kabel *jumper* dapat dengan mudah dipasang dan dilepas, memudahkan perubahan sambungan atau konfigurasi rangkaian dengan cepat. Hal ini membuatnya menjadi alat yang sangat berguna dalam pengembangan proyek elektronik, pemrograman mikrokontroler, atau pengujian rangkaian elektronik[23].



Gambar 2. 10 Kabel Jumper