

**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* LAJU DEGRADASI  
*METHYLENE BLUE* YANG DI ADSORBSI MENGGUNAKAN KARBON  
AKTIF BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**



**PUAT ARY PRASETYA  
H021171311**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
JURUSAN FISIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* LAJU DEGRADASI  
*METHYLENE BLUE* YANG DI ADSORBSI MENGGUNAKAN KARBON  
AKTIF BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**

**PUAT ARY PRASETYA  
H021171311**



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

**PROGRAM STUDI FISIKA  
DEPARTEMEN FISIKA  
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* LAJU DEGRADASI  
*METHYLENE BLUE* YANG DI ADSORBSI MENGGUNAKAN KARBON  
AKTIF BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**

**PUAT ARY PRASETYA  
H021171311**

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Fisika

Program Studi Fisika

pada

**PROGRAM STUDI FISIKA**

**DEPARTEMEN FISIKA**

**MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**



SKRIPSI

RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING LAJU DEGRADASI METHYLENE BLUE* YANG DI ADSORBSI MENGGUNAKAN KARBON AKTIF BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*

PUAT ARY PRASETYA

H021171311

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Fisika pada 16 Agustus 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Fisika  
Departemen Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:  
Pembimbing tugas akhir,



ir Abdullah, M.Eng.Sc.  
978021001

Mengetahui:  
Ketua Program Studi,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Arifin', written over a faint circular official stamp.

Prof. Dr. Arifin, M.T.  
NIP.196705201994031002

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Rancang Bangun Sistem Monitoring Laju Degradasi *Methylene Blue* yang di Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif Berbasis *Internet of Things (IoT)*" adalah benar karya saya dengan arahan dari Bapak Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc. sebagai pembimbing. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 16 Agustus 2024



Puat Ary Prasetya  
NIM H021171311



## UCAPAN TERIMA KASIH

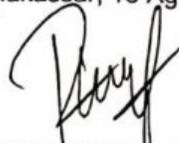
Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc. sebagai pembimbing saya, Prof. Dr. Arifin, M.T. sebagai penguji pertama, dan Drs. Bansawang B.J., M.Si. sebagai penguji kedua. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih atas segala waktu, tenaga, serta pemikiran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada Heryanto, S.Si., M.Si. sebagai dosen sekaligus senior senantiasa memberikan bantuan dan membimbing untuk menyelesaikan penelitian.

Kepada Sekertaris Departemen, Ibu Dr. Sri Dewi Astuty, S.Si., M.Si. saya mengucapkan terima kasih sudah memberikan banyak bantuan di masa akhir studi saya. terima kasih banyak atas semua bantuannya yang luar biasa. Terima kasih untuk semua dosen FMIPA Unhas yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan mendidik saya selama menjadi mahasiswa. Terima kasih kepada seluruh staf pegawai FMIPA Unhas, serta seluruh staf Departemen Fisika, terutama Bu Rana, Bu Evi, dan Pak Syukur yang selalu membantu pengurusan berkas.

Kepada kedua orang tua, Ayah Marsuki dan Ibu Syamsidar saya mengucapkan limpah terima kasih dan sembah sujud atas doa, pengorbanan dan motivasi mereka selama saya menempuh pendidikan. Terima kasih untuk semua saudara saya, Iput Maharani, Selvi, Muh. Fauzan, dan Abd. Faat sudah memotivasi untuk menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih untuk semua keluarga yang telah membantu saya baik moral maupun materi selama menempuh pendidikan. Dan terima kasih juga untuk kak Suri sudah menjadi orang tua kedua saya di kampus.

Terima kasih kepada himpunanku, Himafi FMIPA Unhas dan semua yang ada di dalamnya. Terima kasih sudah mewarnai masa perkuliahan, mengenalkan dunia kampus, dan dipertemukan dengan orang-orang baik. Terima kasih untuk saudara Sabran yang sudah berkorban datang ke Makassar dan membantu saya menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih saudari Ola sudah menemani saya sampai akhir. Terima kasih untuk Kak Uceng sudah merangkul dan mempersatukan kami di Garasi Bincang, serta menemani menyelesaikan tugas akhir. Terima kasih kepada Kak Ardan dan Tante Tiwi sudah menemani untuk memastikan saya bisa menyelesaikan pendidikan di Universitas Hasanuddin. Terima kasih Adik Renol dan Vadya, Adik Agung dan Nurul, terima kasih untuk semua seniorku, teman-temanku, dan juniorku mohon maaf tidak sempat saya sebutkan satu persatu karena keterbatasan ruang, terima kasih banyak kalian abadi dalam ingatan.

Makassar, 16 Agustus 2024



PUAT ARY PRASETYA



## ABSTRAK

PUAT ARY PRASETYA. **Rancang Bangun Sistem *Monitoring Laju Degradasi Methylene Blue* yang di Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif Berbasis *Internet of Things* (IoT)** (dibimbing oleh Bualkar Abdullah).

**Latar belakang.** Industri kimia yang menggunakan pewarna sintetik seperti *methylene blue* (MB), telah berkembang pesat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dunia. MB sering ditemukan dalam limbah industri, sulit terurai dan dapat menimbulkan masalah lingkungan. Salah satu cara untuk mengurangi dampak negatif MB adalah dengan menggunakan adsorpsi karbon aktif. Seiring dengan kemajuan teknologi, *Internet of Things* (IoT) muncul sebagai solusi untuk memantau parameter lingkungan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *monitoring* laju degradasi dengan memanfaatkan perubahan intensitas cahaya, serta mengukur suhu dan pH sebagai variabel terkait secara *real-time*. **Metode.** Metode yang digunakan adalah rancang bangun dengan konsep fotometrik, menggunakan sensor yang dihubungkan ke arduino yang diintegrasikan dengan modul wifi dan aplikasi telegram. **Hasil.** Sistem mengukur laju degradasi dengan sensor fotodiode RW-157 dan variabel terkait menggunakan sensor pH 4502C dan sensor suhu DS18B20. Hasil pengukuran sistem rancang bangun diperoleh laju degradasi sebesar 91,07%, pH menurun dari 8,02 ke 7,21, dan degradasi tertinggi terjadi pada suhu 31,82 °C. **Kesimpulan.** Sistem *monitoring* yang dirancang bekerja dengan baik dengan selisih 2,25% antara pengukuran laju degradasi dan pembanding UV-Vis.

**Kata Kunci:** *Methylene blue*, IoT, Sensor fotodiode, Telegram



## ABSTRACT

PUAT ARY PRASETYA. **Design of Monitoring System for Methylene Blue Degradation Rate Adsorbed Using Internet of Things (IoT) Based Activated Carbon** (supervised by Bualkar Abdullah).

**Background.** The chemical industry, which uses synthetic dyes such as methylene blue (MB), has grown rapidly as the world's population has grown. MB is often found in industrial waste, is difficult to break down and can cause environmental problems. One way to reduce the negative impact of MB is to use activated carbon adsorption. As technology advances, the Internet of Things (IoT) is emerging as a solution for monitoring environmental parameters. **Aims.** The aim of this study is to design a degradation rate monitoring system using changes in light intensity and measuring temperature and pH as related variables in real time. **Methods.** The method used is photometric design, using sensors connected to an Arduino integrated with a wifi module and a telegram application. **Results.** The system measures the degradation rate with RW-157 photodiode sensor and related variables with 4502C pH sensor and DS18B20 temperature sensor. The measurement results of the designed system obtained a degradation rate of 91.07%, pH decreased from 8.02 to 7.21, and the highest degradation occurred at a temperature of 31.82°C. **Conclusion.** The monitoring system designed works well with a difference of 2.25% between the degradation rate measurement and the UV-Vis comparator.

**Keywords:** Methylene blue, IoT, Photodiode sensor, Telegram



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Landasan Teori .....	2
1.2.1    Methylene Blue.....	2
1.2.2    Karbon aktif sebagai Absorben .....	2
1.2.3    Faktor yang Mempengaruhi Degradasi Methylene Blue.....	3
1.2.3.1    PH Larutan .....	3
1.2.3.2    Suhu dan Konsentrasi Methylene Blue.....	3
1.2.3.3    Intensitas dan Panjang Gelombang Cahaya .....	4
1.2.4    Sensor .....	4
1.2.4.1    Sensor PH 4502C.....	4
1.2.4.2    Sensor Suhu DSB18B20 .....	5
1.2.4.3    Sensor Fotodiode RW-1157 .....	5
1.2.5    Internet Of Things.....	6
1.3    Rumusan Masalah .....	7
1.4    Tujuan Penelitian.....	8
<b>BAB II METODE PENELITIAN.....</b>	<b>9</b>
2.1    Waktu dan Tempat Penelitian .....	9
2.2    Bahan.....	9
2.3    .....	9
2.4    an.....	9
2.5    Penelitian.....	9



2.3.1	Persiapan Larutan sampel.....	9
2.3.2	Perancangan Perangkat Keras .....	10
2.3.3	Perancangan Perangkat Lunak .....	12
2.3.4	Rangkaian Skematik Sistem.....	12
2.3.5	Pengujian Sistem .....	13
2.3.6	Analisis dan Validasi Data .....	13
2.4	Bagan Alir Penelitian .....	14
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN .....		15
3.1	Pengujian UV-Vis larutan Methylene Blue.....	15
3.2	Perancangan Perangkat Keras .....	15
3.3	Perancangan Perangkat Lunak.....	16
3.3.1	Program Arduino Uno.....	16
3.3.2	Program NodeMCU ESP8226.....	16
3.3.3	Pembuatan Bot Telegram.....	17
3.4	Kalibrasi sensor.....	17
3.4.1	Sensor suhu DS18B20.....	17
3.4.2	Sensor PH 4502C .....	18
3.4.3	Sensor fotodiode RW-1157 .....	19
3.5	Hasil Pengukuran Monitoring Degradasi MB.....	20
3.5.1	Pengukuran Intensitas cahaya .....	21
3.5.2	Pengukuran PH dan Suhu.....	24
BAB IV PENUTUP .....		27
4.1	Kesimpulan .....	27
4.2	Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....		28
LAMPIRAN.....		31



## DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut		Halaman
1.	Sensor pH.....	5
2.	Sensor DS18B20 .....	5
3.	Sensor Fotodiode RW-1157.....	6
4.	Arduino Uno .....	7
5.	NodeMCU ESP8226 .....	7
6.	Diagram blok sistem monitoring .....	11
7.	Rangkaian skematik sistem .....	12
8.	Bagan alir penelitian.....	14
9.	Hasil Uji UV-Vis Methylene Blue .....	15
10.	Rangkaian perangkat keras .....	15
11.	Hasil pembuatan bot telegram .....	17
12.	Grafik perbandingan pengukuran DS18B20 dan termometer .....	18
13.	Grafik perbandingan pengukuran sensor pH dan pH meter .....	18
14.	Grafik perbandingan pengukuran sensor pH dan pH meter .....	19
15.	Grafik pembacaan intensitas cahaya sensor fotodiode dan alat ukur standar dalam satuan lux. ....	20
16.	Rancangan pengukuran laju degradasi MB (a) kondisi terang dan (b) kondisi gelap .....	21
17.	Grafik laju degradasi MB.....	23
18.	Kondisi akhir pengukuran laju degradasi (a) kondisi terang dan (b) kondisi gelap .....	23
	UV-Vis larutan akhir degradasi larutan MB .....	24
	ukuran pH pada degradasi MB .....	25
	ukuran Suhu pada degradasi MB .....	26



## DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. konversi data ADC ke Lux.....	20
2. Hasil pengukuran intensitas cahaya.....	21
3. Tabel intensitas cahaya yang lewat dalam satuan lux (lf) .....	22
4. Tabel intensitas cahaya yang lewat dalam satuan lux (lf) .....	22
5. Pengukuran PH dan Suhu .....	25



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut	Halaman
1. Program Arduino uno .....	32
2. Program NodeMCU ESP8226.....	34
3. Tabel data pengujian sensor suhu DSB18B20 .....	39
4. Tabel data pengujian sensor pH 4502C.....	40
5. Tabel data pengujian fotodiode RW-157.....	40



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Industri kimia berkembang pesat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dunia (Riwayati 2019). Industri yang menggunakan bahan pewarna sintetis dalam proses pembuatan produknya juga semakin meningkat. Industri yang menggunakan bahan pewarna sintetis antara lain kertas, obat-obatan, makanan, kulit, kosmetik, percetakan dan karet (Baunsele & Missa, 2020). Bahan pewarna dalam limbah akan menimbulkan masalah lingkungan karena sifatnya yang sulit terurai. Salah satu zat warna yang terdapat pada limbah industri yang sering digunakan adalah zat warna methylene blue (MB) (Laura dkk., 2021). Dampak negatif MB dapat dicegah atau dikurangi dengan berbagai metode salah satunya adsorpsi menggunakan karbon aktif (Permady & Mustakim, 2024).

Karbon aktif telah diakui sebagai salah satu adsorben yang paling populer dan banyak digunakan dalam pengolahan air dan air limbah di seluruh dunia (Alfi dkk., 2020). Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi (Huda dkk., 2020.). Ketika air limbah yang mengandung zat pewarna melewati media karbon aktif, zat pewarna akan teradsorpsi pada permukaan pori-pori karbon aktif. Proses ini membantu mengurangi konsentrasi zat pewarna dalam air limbah, sehingga mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan (Alfi dkk., 2020).

Di tengah perkembangan teknologi yang pesat, Internet of Things (IoT) hadir sebagai solusi yang menjanjikan untuk memantau parameter lingkungan (Muzaidi dkk., 2021). IoT adalah sebuah jaringan perangkat yang tersambung dan berguna untuk mendukung proses komunikasi antar perangkat (Megawati & Lawi, 2021.). Pengembangan sistem monitoring berbasis IoT untuk laju degradasi zat pewarna MB menjadi sangat penting. Sistem ini memungkinkan pemantauan secara real-time dan memberikan informasi yang berharga untuk mengoptimalkan proses degradasi. Dengan memanfaatkan sensor-sensor yang terhubung ke jaringan IoT, sistem dapat mengukur parameter-parameter seperti konsentrasi zat pewarna, suhu, pH, dan lainnya. Data yang dikumpulkan dari sensor-sensor ini kemudian dapat dianalisis secara real-time dan diakses melalui platform digital, memungkinkan para pengguna untuk mengambil tindakan yang tepat secara cepat dan efektif (Muzaidi dkk., 2021).



Penelitian tentang monitoring laju degradasi MB berbasis Internet of Things cukup langka, tetapi beberapa penelitian terkait dengan lingkungan berbasis IoT dapat menjadi referensi yang relevan. Penelitian yang paling mendekati dilakukan oleh Verma dkk., (2022) dengan oksida (ZnO) yang diolesi tantalum (Ta) yang disintesis dengan zat warna MB dibawah sinar UV. Degradasi zat warna MB secara real-time dapat dimonitor menggunakan teknik IoT dengan mengintegrasikan board

mikrokontroler NodeMCU sebagai pusat kendali dan sensor pH sebagai alat untuk mendeteksi perubahan nilai pH zat warna di bawah paparan sinar UV (Verma dkk., 2022). Penelitian Rahu dkk., (2024) tentang pengembangan sistem pemantauan kualitas air pertanian berbasis IoT dan machine learning (ML) untuk mengukur dan menganalisis parameter kualitas air secara real-time, seperti suhu, pH, total dissolved solids (TDS), dan kekeruhan (Rahu dkk., 2024). Penelitian Jabbar dkk., (2024) tentang sistem pemantauan kualitas air berbasis LoRaWAN dan IoT di daerah pedesaan yang mencakup parameter seperti pH, suhu, konduktivitas, dan kekeruhan (Jabbar dkk., 2024).

Kekurangannya penelitian dibidang fotokatalis yaitu tidak memantau secara real-time dan tidak mengecek konsentrasi, pH dan suhu sebagai faktor penentu keberhasilan degradasi. Melalui penelitian ini, pengembangan sistem monitoring berbasis IoT untuk laju degradasi zat pewarna MB dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya perlindungan lingkungan dan pengelolaan limbah industri.

## 1.2 Landasan Teori

### 1.2.1 *Methyelene Blue*

Struktur Kimia MB adalah senyawa organik yang termasuk dalam kelas thiazine dyes dengan rumus kimia  $C_{16}H_{18}ClN_3S$ . MB memiliki karakteristik yang kuat sebagai pewarna dengan warna biru yang intensif. Sifat fisika dan kimia MB (da Silva dkk., 2020):

1. Rumus Kimia:  $C_{16}H_{18}ClN_3S$
2. Massa Molar: 319,85 g/mol
3. Titik Lebur: 100-110 °C (dihidrat)
4. Kelarutan: Sangat larut dalam air dan alkohol
5. Penampilan: Serbuk atau kristal hijau tua, menghasilkan larutan biru
6. pH Larutan: Biasanya netral hingga sedikit basa

MB dapat menjadi polutan utama dalam air limbah industri jika tidak diolah dengan baik, MB dapat menurunkan kualitas air, mengganggu kehidupan akuatik, dan berpotensi menimbulkan efek toksik pada organisme air. Kesulitan penguraian MB adalah senyawa yang stabil dan sulit terurai secara alami dalam lingkungan, sehingga diperlukan teknologi pengolahan yang efektif untuk mengurangnya. Beberapa metode degradasi MB diantaranya yaitu fotokatalitik menggunakan sinar UV dan katalis seperti  $TiO_2$  untuk menguraikan MB menjadi senyawa yang kurang berbahaya. Metode Oksidasi Lanjut menggunakan ozon, hidrogen peroksida, atau persulfat untuk mendegradasi MB melalui pembentukan radikal bebas. Serta metode Adsorpsi yaitu dengan penggunaan adsorben seperti menghilangkan MB dari air. Adsorpsi adalah salah satu metode dan ekonomis (da Silva dkk., 2020).



#### **ktif sebagai Absorben**

ktif adalah material berbasis karbon yang memiliki struktur pori permukaan yang besar. Pada lapisan heksagonal karbon aktif,

terdapat banyak gugus fungsi teroksigenasi seperti karbonil, karboksil, aldehid, fenol, dan gugus organik lainnya yang mempengaruhi sifat reaktivitas permukaannya. Proses adsorpsi dengan karbon aktif yang sesuai telah menunjukkan kinerja dan selektivitas tinggi, fleksibilitas, serta desain sederhana tanpa menghasilkan produk berbahaya. Karena karakteristik ini, karbon aktif dilaporkan memiliki kapasitas adsorpsi yang relatif tinggi (Neolaka dkk., 2021).

Karbon aktif dipelajari secara mendalam sebagai adsorben untuk pemurnian air. Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengubah biomassa menjadi produk berbasis karbon karena proses pembuatannya yang sederhana, ekonomis, dan ramah lingkungan serta memiliki luas permukaan yang sangat besar. Karbon aktif dapat diregenerasi secara fisik dengan pemanasan atau secara kimiawi dengan berbagai pelarut. Namun, regenerasi termal dari karbon aktif yang terpakai menghasilkan kehilangan karbon yang signifikan dan tidak dapat dilakukan secara in situ. Selain itu, keberadaan logam berat mengkatalisis hilangnya karbon melalui pemanasan. Lebih jauh lagi, regenerasi kimiawi dapat mengurangi porositas karbon, sehingga mengurangi efisiensi fisik (Machrouhi dkk., 2023).

### 1.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Degradasi Methylene Blue

#### 1.2.3.1 PH Larutan

PH larutan sangat mempengaruhi sifat permukaan katalis dan bentuk molekul MB. Pada pH yang berbeda, degradasi MB dapat menunjukkan kecepatan yang berbeda pula. pH Asam (Rendah): Dalam kondisi asam, biasanya ada peningkatan pembentukan radikal bebas seperti radikal hidroksil ( $\cdot\text{OH}$ ), yang sangat reaktif dan dapat mempercepat degradasi MB. Namun, pada pH yang terlalu rendah, permukaan katalis bisa menjadi kurang aktif karena protonasi, yang dapat menghambat adsorpsi MB pada permukaan katalis. Pada pH tinggi, radikal hidroksil juga dapat terbentuk, tetapi keberadaan ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ ) yang berlebihan bisa bersaing dengan MB untuk bereaksi dengan radikal, yang dapat menurunkan efisiensi degradasi. Selain itu, pada pH basa, MB mungkin berada dalam bentuk yang kurang terprotonasi, yang bisa mengurangi interaksinya dengan katalis atau radikal (Hanafi & Sapawe, 2020).

PH juga mempengaruhi adsorpsi MB pada permukaan katalis atau bahan adsorben. MB memiliki muatan positif dalam larutan, dan pH dapat mempengaruhi interaksi elektrostatis antara MB dan permukaan katalis atau adsorben. Pada pH rendah, permukaan bahan biasanya lebih bermuatan positif, yang bisa menurunkan adsorpsi MB. Sebaliknya, pada pH tinggi permukaan bisa lebih bermuatan negatif yang meningkatkan adsorpsi MB (Hanafi & Sapawe,



#### 1 Konsentrasi Methylene Blue

si dapat meningkatkan laju degradasi MB. Ketika suhu kinetik molekul juga meningkat. Ini menyebabkan molekul MB berinteraksi dengan molekul oksidan atau katalis, meningkatkan

peluang terjadinya reaksi degradasi. Secara umum, peningkatan suhu cenderung mempercepat laju degradasi MB melalui proses kimia tertentu seperti fotokatalisis atau reaksi oksidasi. Namun, suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan dekomposisi termal dari katalis, yang justru mengurangi efisiensi degradasi. Selain itu, konsentrasi awal MB juga mempengaruhi laju degradasi; pada konsentrasi tinggi, terjadi saturasi katalis sehingga laju degradasi menurun (Cao dkk., 2023).

### 1.2.3.3 Intensitas dan Panjang Gelombang Cahaya

Intensitas dan panjang gelombang cahaya mempengaruhi efisiensi degradasi MB. Cahaya UV lebih efektif dibandingkan cahaya tampak dalam memicu reaksi fotokatalitik. Semakin tinggi intensitas cahaya, semakin banyak radikal bebas yang terbentuk, sehingga mempercepat degradasi MB. Methylene Blue memiliki puncak absorpsi yang khas pada panjang gelombang tertentu, biasanya sekitar 665 nm dalam spektrum UV-Vis. Pada panjang gelombang ini, MB menyerap cahaya secara maksimal, yang berarti absorpsi akan sangat tinggi. Puncak ini terjadi karena transisi elektronik dalam molekul MB, di mana elektron berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi (Xu dkk., 2023).

## 1.2.4 Sensor

### 1.2.4.1 Sensor PH 4502C

Sensor pH meter merupakan suatu sensor yang dapat melakukan pengukuran tingkat kadar keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh cairan/larutan. Cara bekerja dari sensor pH air yang utama berada di bagian sensor probe dengan material terbuat dari elektroda kaca, dimana pada elektroda kaca tersebut terdapat larutan HCl yang terdapat pada bagian ujung sensor probe, sensor probe tersebut akan mengukur besaran nilai ion  $H_3O^+$  pada suatu larutan sehingga dapat mengetahui kadar pH pada suatu larutan. Elektroda sensor pada sensor PH air terbentuk dari bahan lapisan kaca yang sensitif dengan impedansi yang kecil oleh sebab itu dapat mendapatkan hasil pembacaan dan penilaian yang stabil dan cepat pada suhu larutan tinggi maupun rendah. Hasil dari pembacaan nilai sensor pH bisa didapatkan oleh mikrokontroler dengan menggunakan antarmuka pH 2,0 yang sudah ada pada modul sensor pH air. Sensor pH air ini sangat baik untuk digunakan dalam melakukan pembacaan kadar pH cairan dengan interval waktu yang lama (Pratama dkk., 2022).

Berikut adalah datasheet dari sensor pH 4502C:

1. Tegangan masukan:  $5V \pm 0,2V$  (AC/DC)
2. Arus kerja: 5-10mA
3. Rentang pH yang dapat dideteksi: pH 0-14



Deteksi: 0-80°C

Respon: 5 detik

Daya: 60 detik

Daya: 0,5W

0°C hingga 50°C (suhu nominal: 20°C)

keluaran tegangan analog



**Gambar 1.** Sensor pH

#### 1.2.4.2 Sensor Suhu DSB18B20

DS18B20 adalah sensor suhu digital yang diproduksi oleh Maxim Integrated. Ini banyak digunakan untuk pengukuran suhu dalam berbagai aplikasi. DS18B20 beroperasi pada bus 1-Wire, artinya hanya memerlukan satu jalur data untuk komunikasi, sehingga ideal untuk aplikasi di mana beberapa sensor perlu dihubungkan dalam ruang kecil. Sensor ini memberikan resolusi 12-bit, memungkinkannya mengukur suhu dengan tingkat akurasi yang tinggi. DS18B20 adalah sensor suhu digital yang dikeluarkan oleh Dallas Semiconductor. DS18B20 memiliki 3 pin yang terdiri dari + 5V, Ground dan Data Masukan/Keluaran. DS18B20 Sensor kedap air beroperasi pada kisaran suhu  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  hingga  $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan kesalahan  $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Hantoro, 2023).

DS18B20 kompatibel dengan banyak platform mikrokontroler, termasuk Arduino, dan mudah dihubungkan menggunakan pin input/output digital sederhana (GPIO). Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur suhu berbagai objek, termasuk cairan, udara, dan permukaan, menjadikannya solusi serbaguna untuk banyak aplikasi pengukuran suhu (Hantoro, 2023).



**Gambar 2.** Sensor DS18B20



#### otodioda RW-1157

adalah komponen elektronik yang berbahan semikonduktor dioda biasa. Komponen ini mengubah cahaya menjadi arus dapat mendeteksi berbagai jenis cahaya, mulai dari inframerah,

cahaya tampak, hingga ultraviolet dan sinar-X. Prinsip kerjanya adalah ketika terkena cahaya, fotodioda akan berfungsi sebagai sumber tegangan dengan resistansi yang rendah. Sebaliknya, tanpa cahaya, resistansinya akan meningkat secara signifikan atau bahkan dianggap tak terbatas. Besar kecilnya arus atau tegangan yang dihasilkan bergantung pada intensitas cahaya yang diterima (Syariffudin & Pratiwi, 2022).



**Gambar 3.** Sensor Fotodioda RW-1157

Modul ini terdiri dari output digital yang dapat dihubungkan langsung ke mikrokontroler seperti Arduino. Jika intensitas cahaya atau kecerahan di lingkungan berada di bawah nilai yang ditetapkan, output sensor berada dalam keadaan tinggi, dan ketika intensitas cahaya lingkungan melebihi rentang yang ditetapkan, output digital berada dalam keadaan rendah. Nilai ini dapat disesuaikan melalui trimpot yang terletak pada sensor, yang akan mengatur output digital DO sesuai dengan intensitas kecerahan yang diatur. Selain itu, output analog dapat digunakan untuk mengukur tingkat intensitas kecerahan atau cahaya dengan rentang keluaran ADC 0-1023.

### 1.2.5 *Internet Of Things*

*Internet of things* (IoT) dalam pengertian secara luas membuat semua yang ada di dunia terkoneksi ke dalam internet yang tersambung secara terus menerus. IoT bisa mengontrol, mengirim data, dan sebagainya dengan memanfaatkan internet sehingga bisa mendapatkan data secara real-time (Agusta dkk., 2019). IoT memiliki hubungan yang erat dengan istilah machine-to-machine atau M2M. Seluruh alat yang memiliki kemampuan komunikasi M2M ini sering disebut dengan perangkat cerdas yang dapat membantu kerja manusia dalam menyelesaikan berbagai urusan (Tohir dkk., 2022). Sederhananya, IoT bekerja dengan memanfaatkan instruksi atau perintah pemrograman yang setiap perintahnya bisa menghasilkan bahasa yang dapat dimengerti ke sesama perangkat secara otomatis tanpa adanya campur tangan atau ikut campur (Hantoro, 2023).





**Gambar 4.** Arduino Uno

Salah satu komponen yang biasa digunakan dalam pengembangan IoT adalah mikrokontroler arduino uno. Arduino Uno dapat disuplai menggunakan koneksi USB atau adaptor DC dengan range minimal 5-20V. Arduino Uno memiliki mikrokontroler ATmega 328 pada board-nya. Arduino Uno memiliki bahasa pemrograman sendiri yaitu bahasa C yang bersifat *open source* (Pradana & Lydia Wiharto, 2020). Adapun komponen lainnya seperti NodeMCU ESP8226 yaitu mikrokontroler yang sudah terintegrasi dengan modul wifi sehingga lebih memudahkan dalam pengiriman data menggunakan jaringan (Selay dkk., 2022).



**Gambar 5.** NodeMCU ESP8226

Dengan memanfaatkan kemampuan komunikasi melalui jaringan antar perangkat kita bisa menghubungkannya ke berbagai *platform* salah satunya telegram. Berbagai kelebihan yang ditawarkan yang sangat berguna seperti adanya cloud pada server telegram messenger yang memungkinkan untuk menyimpan data-data, tersedia secara gratis dan hampir diseluruh perangkat sistem operasi. Telegram memiliki fitur bot yang memiliki kecerdasan artifisial yang dapat terintegrasi dengan berbagai layanan melalui internet. Bot (kependekan dari kata "robot") adalah sebuah program yang beroperasi sebagai agen untuk seorang user atau untuk program yang lain. Dengan fitur bot telegram kita dapat mengirim dan menerima pesan. Bot telegram dapat dibuat dengan cara mendaftarkannya ke @botfather pada telegram (Rifandi, 2021).



#### **1 Masalah**

Merancang sistem *monitoring* laju degradasi MB yang di adsorpsi karbon aktif?

Membuat dan mengimplementasikan sistem *monitoring* laju yang di adsorpsi menggunakan karbon aktif?

3. Bagaimana menguji sistem dalam menampilkan data pengukuran sensor pada *monitoring* laju degradasi MB yang di adsorpsi menggunakan karbon aktif secara *real-time*?

#### 1.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang sistem *monitoring* laju degradasi MB yang di adsorpsi menggunakan karbon aktif.
2. Membuat dan mengimplementasikan sistem *monitoring* laju degradasi MB yang di adsorpsi menggunakan karbon aktif.
3. Menguji sistem dalam menampilkan data pengukuran sensor pada *monitoring* laju degradasi MB yang di adsorpsi menggunakan karbon aktif secara *real-time*.

