

SKRIPSI

**PROTOTIPE SISTEM KONTROL DAN *MONITORING*  
KUALITAS AIR PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH  
INDUSTRI BERBASIS *INTERNET of THINGS (IoT)***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

**Edo Ardo Philipus**

NIM. 1915344026

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI BALI  
2023**

## LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

# PROTOTIPE SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* KUALITAS AIR PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI BERBASIS *INTERNET of THINGS (IoT)*

*Oleh:*

Edo Ardo Philipus

NIM. 1915344026

Skripsi ini telah melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk  
diujikan pada Ujian Skripsi  
di  
Program Studi D4 Teknik Otomasi  
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, <sup>02 Agustus</sup>..... 2022

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



Dr. A. A. Ngurah Gde Saptaka, ST., MT.  
NIP. 197103021995121001

Dosen Pembimbing 2:



I Made Adi Yasa, S.Pd., M.Pd.  
NIP. 198512102019031008

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

# PROTOTIPE SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* KUALITAS AIR PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI BERBASIS *INTERNET of THINGS (IoT)*

Oleh:

Edo Ardo Philipus  
NIM. 1915344026


Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 10 Agustus 2023  
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi  
di  
Program Studi D4 Teknik Otomasi  
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali


Bukit Jimbaran, 05 September 2023

Disetujui Oleh :


Tim Penguji :

Dosen Pembimbing :

  
1. Dr. Eng. I Ketut Swardika, ST., M.Si.  
NIP. 197005021999031002

  
1. Dr. A. A. Ngurah Gde Saptaka, ST., MT.  
NIP. 197103021995121001

  
2. I Gede Suputra Widharma, ST., MT.  
NIP. 197212271999031004

  
2. I Made Adi Yasa, S.Pd., M.Pd.  
NIP. 198512102019031008

Disahkan Oleh:



Ketua Jurusan Teknik Elektro

  
Ir. I Wayan Raka Ardana, MT.

NIP. 196705021993031005

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:  
**PROTOTYPE SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* KUALITAS AIR PADA  
PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI BERBASIS *INTERNET of THINGS*  
(*IoT*)**

adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, 04 September 2023

Yang menyatakan



Edo Ardo Philiphus

NIM. 1915344026

## ABSTRAK

Industri merupakan kegiatan ekonomi, bertujuan untuk mengolah bahan mentah atau setengah jadi untuk menjadi bahan konsumsi yang memiliki nilai tambah. Selain menghasilkan produk, industri juga menghasilkan limbah yang berasal dari proses produksinya yang dapat berupa limbah berupa air yang nantinya akan dibuang ke lingkungan sekitar. Tetapi sebelum dibuang, perlu dipantau didiolah terlebih dahulu seperti pH (6 – 9), kekeruhan air, dan lainnya karena jika air limbah dibuang sembarangan akan mengakibatkan pencemaran lingkungan seperti penurunan kualitas lingkungan, gangguan kesehatan karena penggunaan air yang tercemar limbah, dan lain sebagainya. Untuk memudahkan dalam melakukan kontrol dan pemantauan, maka dalam penelitian ini dibuat prototipe dengan teknologi *Internet of Things (IoT)* dengan mikrokontroler ESP32 untuk melakukan kontrol pH air limbah dan pemantauan pH, kekeruhan dan suhu air limbah. Sampel diambil dari limbah cair industri PT. Urban Asia Industri yang ada di Tabanan, Bali. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor pH-4502C, sensor *turbidity* TS300B, dan sensor suhu DS18B20. Kontrol pH air limbah menggunakan metode *trial and error* yaitu dengan melakukan penambahan cairan kimia yaitu cairan Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) untuk penurun pH dan cairan Kalium Hidroksida (KOH) sebagai penaik tingkat pH dengan masing – masing cairan kimia memiliki konsentrasi sebesar 2,5% per liter (air 1 liter dengan kandungan cairan kimia 25 ml). Data dari ketiga sensor yang telah diproses oleh mikrokontroler ESP32 akan ditampilkan pada LCD I2C 20x4 dan dikirim menujud database MySQL dan ditampilkan ke *interface website* dimana data ditampilkan dalam bentuk angka, grafik dan tabel data serta data dapat di*export* dalam bentuk Excel. Hasil dari penelitian ini prototipe bisa melakukan kontrol tingkat pH air menuju *set point* yang diinginkan (6 – 9). Selain kontrol, data sensor juga dilakukan perbandingan dengan alat ukur konvensional pH meter, uji laboratorium dilakukan di UPTD Laboratorium Lingkungan Hidup Dinas Kehutanan Lingkungan Hidup Provinsi Bali dengan metode uji SNI 06-6989.25-2005 untuk kekeruhan air, *thermohygrometer* untuk suhu air demi mengetahui tingkat akurasi. Kemudian hasil dari perbandingan ketiga sensor yang dipakai pada prototipe berjalan dengan cukup baik, yaitu dengan rata – rata tingkat akurasi pH air sebesar 97,56%, kekeruhan air sebesar 91,17%, suhu air sebesar 99,67%, sedangkan rata – rata keseluruhan tingkat akurasi sebesar 96,13%. Prototipe yang dibuat pada penelitian ini dapat melakukan kontrol pH air limbah dan akurasi yang cukup akurat sehingga bisa dikatakan bahwa prototipe yang dibuat cukup efektif.

**Kata Kunci:** Kualitas Air Limbah, *Internet of Things (IoT)*, sensor pH-4502C, *turbidity* TS300B, sensor suhu DS18B20

## **ABSTRACT**

*Industry is an economic activity, aiming to process raw or semi-finished materials to become consumption materials that have added value. In addition to producing products, industry also produces waste from the production process which can be in the form of waste in the form of water which will later be discharged into the surrounding environment. But before disposal, it needs to be monitored to be treated first such as pH (6 – 9), water turbidity, and others because if wastewater is disposed of carelessly it will result in environmental pollution such as decreased environmental quality, health problems due to the use of water polluted with sewage, and so on. To facilitate control and monitoring, this study made a prototype with Internet of Things (IoT) technology with an ESP32 microcontroller to control wastewater pH and monitor pH, turbidity and wastewater temperature. Samples were taken from industrial liquid waste PT. Urban Asia Industry in Tabanan, Bali. The sensors used in this study were pH-4502C sensor, TS300B turbidity sensor, and DS18B20 temperature sensor. Control the pH of limba water using the trial and error method, namely by adding chemical liquids, namely Phosphoric Acid liquid (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) for pH lowering and Potassium Hydroxide liquid (KOH) as a pH level enhancer) with each chemical liquid having a concentration of 2.5% per liter (1 liter water with a chemical liquid content of 25 ml). Data from the three sensors that have been processed by the ESP32 microcontroller will be displayed on a 20x4 I2C LCD and sent to the MySQL database and displayed to the website interface where the data is displayed in the form of numbers, graphs and data tables and data can be exported in Excel form. The results of this study prototype can control the pH level of water towards the desired set point (6 – 9). In addition to control, sensor data is also compared with conventional pH meter measuring instruments, laboratory tests are carried out at the UPTD Environmental Laboratory of the Environmental Forestry Service of Bali Province with SNI 06-6989.25-2005 test methods for water density, thermohygrometers for water temperature to determine the level of accuracy. Then the results of the comparison of the three sensors used in the prototype went quite well, namely with an average water pH accuracy level of 97.56%, water turbidity of 91.17%, water temperature of 99.67%, while the overall average accuracy level of 96.13%. The prototype made in this study can control the pH of wastewater and accuracy is accurate enough so that it can be said that the prototype made is quite effective.*

**Keywords:** *Wastewater Quality, Internet of Things (IoT), pH-4502C sensor, TS300B turbidity, DS18B20 temperature sensor*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat serta karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Prototipe sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air pada pengolahan air limbah industri berbasis *Internet of Things (IoT)***”.

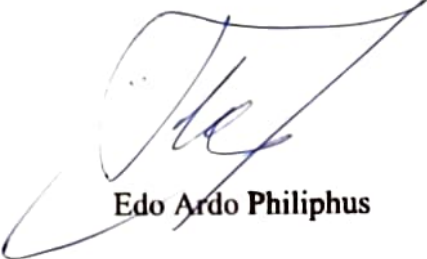
Penulisan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat penyelesaian Pendidikan Diploma IV Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali. Semoga dengan skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi pembaca yang membacanya, serta bisa menjadi bahan referensi studi untuk penelitian – penelitian selanjutnya. Penulisan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari banyak pihak, maka penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya, terutama kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom selaku Direktur Politeknik Negeri Bali, atas arahan dan visi kepemimpinan yang telah telah memandu langkah – langkah perkembangan Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali, atas dukungan dan arahan yang tak ternilai selama perjalanan penelitian ini.
3. Bapak IB. Irawan Purnama, ST, M.Sc, Ph.D selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali, atas bimbingan dan panduan yang luar biasa. Pengetahuan dan pengalaman Bapak telah memberi wawasan yang mendalam dalam bidang ini.
4. Bapak Dr. A. A. Ngurah Gde Saptaka, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing 1 skripsi Politeknik Negeri Bali, atas dedikasi membimbing penulis sepanjang berjalannya penelitian ini. Bimbingan dan saran Bapak telah membantu penulis merumuskan arah yang tepat dalam penelitian ini.
5. Bapak I Made Adi Yasa, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing 2 skripsi Politeknik Negeri Bali, atas bimbingan dan wawasan Bapak telah membantu penulis mengembangkan penelitian ini serta saran dalam membantu penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.
6. Dosen – dosen Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali yang telah memberikan wawasan dan juga saran terkait penelitian sehingga memudahkan penulis dalam pengerjaan penelitian ini.

7. Keluarga tercinta dan teman – teman yang selalu mendukung dan menyemangati saya dalam mengerjakan skripsi.

Penulis tentunya menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dan kelemahan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan penulisan sangat diharapkan untuk perbaikan dalam penulisan di masa yang akan datang. Demikian yang dapat penulis sampaikan, akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Bukit Jimbaran, 07 Agustus 2023



Edo Ardo Philipus



# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Penelitian Sebelumnya .....	6
2.2. Landasan Teori.....	7
2.1.1. Pengolahan Air Limbah .....	7
2.1.2. <i>Internet of Things (IoT)</i> .....	8
2.1.3. ESP32.....	9
2.1.4. Sensor pH Air .....	10
2.1.5. Sensor <i>Turbidity</i> .....	11
2.1.6. Sensor Suhu .....	12
2.1.7. LCD I2C .....	13
2.1.8. Modul <i>Relay</i> .....	13
2.1.9. Pompa Air DC .....	14
2.1.10. <i>Website</i> .....	14
2.1.11. MySQL .....	15
2.1.12. XAMPP.....	16

2.1.13.	Arduino IDE .....	16
2.1.14.	Visual Studio Code .....	16
2.3.	Hipotesis.....	16
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1.	Tahapan Penelitian .....	17
3.2.	Rancangan Sistem .....	18
3.3.1.	Rancangan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....	19
3.3.2.	Rancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	24
3.3.	Pembuatan Alat .....	26
3.3.1.	Langkah Pembuatan Alat.....	26
3.3.2.	Alat dan Bahan.....	28
3.3.3.	Pengujian Alat.....	28
3.4.	Pengambilan Data .....	30
3.5.	Analisa Hasil Penelitian .....	31
3.6.	Hasil Yang Diharapkan .....	32
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1.	Hasil Implementasi Sistem.....	33
4.1.1.	Implementasi Hardware .....	33
4.1.2.	Implementasi Software .....	34
4.2.	Hasil Pengujian Sistem .....	39
4.2.1.	Pengujian Alat.....	39
4.2.2.	Pengujian Penyimpanan Data .....	50
4.2.3.	Pengujian <i>Website</i> .....	52
4.2.4.	Pengujian Parameter-parameter yang Diamati .....	53
4.3.	Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian.....	61
4.3.1.	Analisa kontrol pH air limbah .....	61
4.3.2.	Analisa akurasi sensor .....	62
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>68</b>
5.1.	Kesimpulan .....	68
5.2.	Saran.....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>70</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>74</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1</b> Mikrokontroler ESP32 .....	9
<b>Gambar 2.2</b> Sensor pH-4502C .....	11
<b>Gambar 2.3</b> Sensor turbidity .....	12
<b>Gambar 2.4</b> Sensor suhu.DS18B20.....	12
<b>Gambar 2.5</b> LCD I2C .....	13
<b>Gambar 2.6</b> Modul relay. ....	14
<b>Gambar 2.7</b> Pompa DC 12V .....	14
<b>Gambar 3. 1</b> Flowchart tahapan penelitian.....	17
<b>Gambar 3. 2</b> Diagram blok sistem.....	18
<b>Gambar 3.3</b> Diagram wiring rancangan hardware .....	19
<b>Gambar 3.4</b> (a)Desain 3D keseluruhan tampak depan, (b)Desain 3D keseluruhan tampak samping .....	20
<b>Gambar 3.5</b> (a) Dimensi wadah bahan kimia, (b)Dimensi wadah air sampel limbah, (c)Dimensi kerangka besi, (d)Dimensi papan alas, (e)Dimensi box panel.....	21
<b>Gambar 3.6</b> Flowchart sistem monitoring dan pengiriman data .....	22
<b>Gambar 3.7</b> Flowchart sistem kontrol tingkat pH air.....	23
<b>Gambar 3.8</b> Layout halaman utama .....	25
<b>Gambar 3.9</b> Layout halaman kedua.....	26
<b>Gambar 3.10</b> Flowchart pembuatan alat .....	27
<b>Gambar 4.1</b> Hasil keseluruhan implementasi hardware.....	34
<b>Gambar 4.2</b> Library pada Arduino IDE .....	35
<b>Gambar 4.3</b> Deklarasi variabel yang digunakan .....	35
<b>Gambar 4.4</b> Program pada void setup .....	36
<b>Gambar 4.5</b> Program void loop .....	36
<b>Gambar 4.6</b> Implementasi database MySQL .....	37
<b>Gambar 4.7</b> Hasil implementasi website angka dan grafik.....	38
<b>Gambar 4.8</b> Hasil implementasi website tabel data .....	39
<b>Gambar 4.9</b> Pendeteksian board mikrokonrtoler ESP32.....	39
<b>Gambar 4.10</b> Program blink mikrokonrtoler ESP32.....	40

<b>Gambar 4.11</b> (a)Hasil program blink OFF, (b)Hasil program blink ON .....	40
<b>Gambar 4.12</b> Program pengujian LCD I2C .....	42
<b>Gambar 4.13</b> Hasil pengujian LCD I2C .....	42
<b>Gambar 4.14</b> Program pengujian modul relay .....	43
<b>Gambar 4.15</b> (a) Pengujian modul relay OFF, (b)Pengujian modul relay OFF .....	43
<b>Gambar 4.16</b> (a)Kalibrasi sensor pH larutan pH 4, (b)Kalibrasi sensor pH larutan pH 6.86 .....	44
<b>Gambar 4.17</b> Tiga sampel pH .....	45
<b>Gambar 4.18</b> Hasil kalibrasi sensor pH-4502C pada serial monitor Arduino IDE.....	45
<b>Gambar 4.19</b> Hasil pengujian sensor pH-4502C pada serial monitor Arduino IDE.....	45
<b>Gambar 4.20</b> Tiga sampel kekeruhan air .....	47
<b>Gambar 4.21</b> Hasil pengujian sensor turbidity pada serial monitor Arduino IDE .....	47
<b>Gambar 4.22</b> Tiga sampel suhu air.....	49
<b>Gambar 4.23</b> Hasil pengujian sensor suhu ds18b20 pada serial monitor Arduino IDE	49
<b>Gambar 4.24</b> Hasil pengiriman data serial monitor Arduino IDE .....	51
<b>Gambar 4.25</b> Hasil penyimpanan database MySQL .....	51
<b>Gambar 4.26</b> Pengujian website menampilkan data sensor .....	52
<b>Gambar 4.27</b> Hasil export data sensor .....	53
<b>Gambar 4.28</b> Hasil kontrol pH air limbah.....	62
<b>Gambar 4.30</b> Perbandingan rata – rata pengukuran kekeruhan air .....	64
<b>Gambar 4.31</b> Perbandingan rata – rata pengukuran suhu air .....	65

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2.1</b> Baku mutu air limbah.....	8
<b>Tabel 2.2</b> Perbandingan mikrokontroler sesuai spesifikasi.....	10
<b>Tabel 3.1</b> Tabel pengujian sensor pH.....	30
<b>Tabel 3.2</b> Tabel pengujian sensor turbidity .....	30
<b>Tabel 3.3</b> Tabel pengujian sensor suhu .....	30
<b>Tabel 3.4</b> Tabel pengambilan data kontrol pH air limbah .....	31
<b>Tabel 3.5</b> Tabel pengambilan data monitoring .....	31
<b>Tabel 4.1</b> Pengujian hasil output stepdown LM2596.....	41
<b>Tabel 4.2</b> Hasil kalibrasi dan hasil pengujian sensor pH-4502C .....	46
<b>Tabel 4.3</b> Hasil pengujian sensor turbidity .....	48
<b>Tabel 4.4</b> Hasil pengujian sensor suhu.....	50
<b>Tabel 4.5</b> Pengujian kontrol pH air limbah.....	54
<b>Tabel 4.6</b> Pengukuran data tanggal 25 Juli 2023 .....	54
<b>Tabel 4.7</b> Pengukuran data tanggal 26 Juli 2023 .....	56
<b>Tabel 4.8</b> Pengukuran data tanggal 27 Juli 2023 .....	57
<b>Tabel 4.9</b> Pengukuran data tanggal 29 Juli 2023 .....	58
<b>Tabel 4.10</b> Pengukuran data tanggal 30 Juli 2023 .....	60
<b>Tabel 4.11</b> Rata – rata akurasi data sensor .....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Rangkaian Keseluruhan.....	74
<b>Lampiran 2.</b> Hasil pengukuran pH sebelum dilakukan kontrol prototipe.....	74
<b>Lampiran 3.</b> Hasil pengukuran pH setelah dilakukan kontrol prototipe.....	75
<b>Lampiran 4.</b> Hasil Pembacaan pH, suhu, dan kelembaban pada LCD .....	75
<b>Lampiran 5.</b> Hasil pembacaan dengan pH meter .....	76
<b>Lampiran 6.</b> Pembacaan suhu dengan thermohygrometer .....	76
<b>Lampiran 7.</b> Laporan hasil uji kekeruhan air di UPTD laboratorium lingkungan hidup provinsi Bali.....	77
<b>Lampiran 8.</b> Hasil uji laboratorium kekeruhan air Sampel A .....	78
<b>Lampiran 9.</b> Hasil uji laboratorium kekeruhan sampel B .....	79
<b>Lampiran 10.</b> Hasil uji laboratorium kekeruhan air sampel C .....	80

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Industri merupakan kegiatan ekonomi, bertujuan untuk mengolah bahan mentah atau setengah jadi untuk menjadi bahan konsumsi yang memiliki nilai tambah. Selain menghasilkan produk, industri juga menghasilkan limbah yang berasal dari proses produksinya. Salah satunya yaitu limbah berupa air yang nantinya air limbah tersebut akan dibuang ke lingkungan sekitar. Tetapi dalam pembuangan air limbah, perlu memenuhi aturan untuk yang diatur oleh pemerintah. Karena jika air limbah dibuang sembarangan tanpa diolah terlebih dahulu, dapat mengakibatkan sebuah pencemaran lingkungan seperti penurunan kualitas lingkungan, gangguan kesehatan karena penggunaan air yang tercemar limbah, dan lain sebagainya. Oleh karena itu sangat berbahaya jika air limbah dibuang dengan sembarangan.

Berdasarkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P.93 Tahun 2018 tentang pemantauan kualitas air limbah secara terus menerus dan dalam jaringan bagi usaha dan/atau kegiatan, maka dalam suatu industri yang memiliki air limbah diwajibkan mempunyai Instalasi Pengolahan Air Limbah pada *outlet Waste Water Treatment Plant* [1]. Sebelum air limbah industri yang diolah di pengolahan air limbah akan dibuang, biasanya akan dilakukan *monitoring* atau pemeriksaan air limbah yang difungsikan untuk mengetahui kualitas air limbah sesuai dengan aturan yang dibuat oleh pemerintah. Parameter kualitas air antara lain tingkat kekeruhan, suhu, dan tingkat pH [2]. Kadar pH air limbah yang bisa dibuang yaitu 6 – 9. Parameter kekeruhan air yang berkaitan dengan *Total Suspended Solid* (TSS), air bisa disebut keruh jika kandungan air memiliki banyak partikel bahan yang tersuspensi membuat air tersebut memiliki warna atau rupa yang berlumpur dan kotor, yang menandakan mengandung zat berbahaya. Selanjutnya adalah parameter suhu yang berkaitan dengan kadar oksigen terlarut. Semakin tinggi nilai oksigen terlarut di dalam air, maka air tersebut mempunyai kualitas yang baik. Sebaliknya, apabila nilai oksigen terlarut rendah, bisa dikatakan bahwa air tersebut kurang baik dan tercemar [2].

Telah banyak industri sekarang ini yang memiliki pengolahan air limbah sehingga air limbah diolah terlebih dahulu. Dalam proses pengolahan tersebut, salah satunya melakukan kontrol tingkat pH air. Kontrol tingkat pH air sangat penting untuk menjaga

kualitas air limbah dan memastikan keamanannya sebelum dibuang ke lingkungan. pH adalah nilai yang dipergunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan dari sebuah larutan, termasuk air limbah. Dalam melakukan kontrol tingkat pH air limbah, dilakukan dengan beberapa metode umum salah satunya menggunakan metode penambahan bahan kimia. Metode ini menggunakan penambahan cairan kimia ke air untuk melakukan kontrol tingkat pH air limbah. Dalam melakukan kontrol tingkat pH air limbah, penting untuk memantau pada air yang dikontrol secara berkala untuk memastikan air limbah sesuai dengan aturan baku. Tidak hanya tingkat pH, parameter lain juga perlu dilakukan pemantauan secara berkala. Tetapi dalam melakukan pemantauan atau pemeriksaan air limbah, biasanya masih dilakukan dengan cara manual yaitu mengambil *sample* air limbah yang telah diolah lalu dilakukan pemeriksaan terhadap air tersebut sehingga memerlukan waktu yang cukup lama. Hal itu memakan waktu dan kurang efisien.

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan diatas, penulis tertarik membuat sebuah prototipe sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air limbah industri berbasis *Internet of Things (IoT)*. Dalam melakukan kontrol tingkat pH air limbah menggunakan metode penambahan cairan kimia. Pembuatan prototipe akan dibuat dengan menggunakan tiga bak, pada bak pertama digunakan untuk menaruh sampel air limbah industri, dan kedua bak lainnya berisi cairan kimia untuk penurun dan penaik tingkat pH air limbah. Cairan yang digunakan untuk mengontrol tingkat pH air limbah adalah cairan Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) untuk penurun pH air limbah dan cairan Kalium Hidroksida (KOH) sebagai penaik tingkat pH air limbah. Ketika tingkat pH air belum sesuai dengan *set point* yang diharapkan yaitu tingkat pH air 6 sampai 9, maka alat akan melakukan kontrol pada pompa air DC untuk menggerakkan cairan kimia. Ketika pH air limbah kurang dari 6 maka pompa 1 akan menggerakkan cairan kimia Kalium Hidroksida (KOH) menuju bak sampel air limbah untuk menaikkan tingkat pH air limbah hingga minimal lebih dari 6. Jika pH air limbah lebih dari 9 maka pompa 2 akan menggerakkan cairan kimia Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) menuju bak sampel air limbah untuk menurunkan tingkat pH air limbah hingga minimal kurang dari 9.

Selain kontrol, terdapat *monitoring* kualitas air limbah dengan beberapa parameter yang dimonitor yaitu parameter tingkat pH air limbah, parameter kekeruhan air limbah, dan parameter suhu air limbah dengan memanfaatkan *Internet of Things (IoT)* sehingga data – data yang telah diukur akan dikirim menuju *database* dan ditampilkan ke *interface*



*website* yang akan dibuat secara *real time*. Dengan *interface website* ini, akan memudahkan dalam melakukan pemantauan dari parameter – parameter kualitas air limbah.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian yang terdapat pada latar belakang sudah telah dipaparkan maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

- a. Bagaimana mengatur tingkat pH air limbah pada prototipe sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air limbah berbasis *Internet of Things (IoT)*?
- b. Bagaimana merancang prototipe sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air limbah berbasis *Internet of Things (IoT)*?
- c. Bagaimana prototipe sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air limbah berbasis *Internet of Things (IoT)* efektif digunakan pada pengolahan air limbah industri?

## **1.3. Batasan Masalah**

Beberapa hal yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

- a. Menggunakan mikrokontroler ESP32 dalam pembuatan alat.
- b. Parameter yang diukur ialah tingkat pH air, kekeruhan air, suhu air dan parameter yang dikontrol ialah tingkat pH air.
- c. Metode dalam melakukan kontrol tingkat pH air dengan menambahkan cairan Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) sebagai penurun tingkat pH dan cairan Kalium Hidroksida (KOH) sebagai peningkat tingkat pH air.
- d. Prototipe yang dibuat ini hanya dapat bekerja apabila terhubung dengan koneksi internet.
- e. Menggunakan sensor pH-4502C20 sebagai sensor pH, sensor *turbidity* TSW-30 sebagai sensor kekeruhan air, dan sensor DS18B20 sebagai sensor suhu.
- f. Pengujian dilakukan dengan air limbah industri kosmetik dari PT. Urban Asia Industri sebanyak 5 liter dengan suhu ruangan sekitar 25°C sampai 30°C.

## **1.4. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang sudah dipaparkan, maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

- a. Mengetahui cara mengatur tingkat pH air limbah dari prototipe sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air limbah berbasis *Internet of Things (IoT)*.
- b. Dapat merancang prototipe sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air limbah berbasis *Internet of Things (IoT)*.
- c. Mengetahui efektivitas penggunaan prototipe sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air limbah berbasis *Internet of Things (IoT)*.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

- a. Manfaat akademik

Dengan penelitian ini nantinya diharapkan dapat berguna untuk bahan bacaan dalam mencari informasi terkait *Internet of Things (IoT)* menggunakan ESP32 serta untuk bahan penulisan skripsi selanjutnya.

- b. Manfaat aplikatif

Diharapkan dengan penelitian ini dapat membantu dan mempermudah dalam proses pemeriksaan kualitas air limbah sebelum dibuang ke lingkungan pada pengolahan air limbah dan melakukan kontrol tingkat pH air.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Dalam penyusunan skripsi ini, penulisan disusun dengan sistematis. Dibawah ini merupakan sistematika penulisan yang terdapat pada skripsi, diantaranya sebagai berikut.

- a. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

- b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan dan menguraikan tentang beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan permasalahan yang akan diangkat pada penelitian ini. Selain itu, pada bab ini akan menjelaskan landasan teori yang mendukung dan menginformasikan serta menjadi acuan tentang permasalahan yang akan yang akan dibahas.

- c. BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan menjelaskan tentang perencanaan sistem, yang akan dibuat baik dari segi hardware maupun dari segi software. Selain itu, bab ini juga membahas tentang pengumpulan data serta pengolahan dan analisa daya yang diperoleh.

d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHAN

Bab ini akan menguraikan tentang hasil pengujian dan pembahasan atau analisa sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai penulis pada skripsi ini berdasarkan data yang telah didapat.

e. BAB V PENUTUP

Pada bab ini akan berisikan tentang kesimpulan keseluruhan penelitian yang sudah dilaksanakan. serta saran – saran yang perlu dipertimbangkan ini untuk menyempurnakan dalam skripsi ini dan dapat dikembangkan dalam penelitian berikutnya.

## BAB V PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa sistem ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- a. Penulis berhasil merancang prototipe sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air pada pengolahan air limbah berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan mikrokontroler ESP32 dimana kontrol tingkat pH air limbah menggunakan cairan kimia Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) untuk penurun pH air limbah dan cairan Kalium Hidroksida (KOH) sebagai penaik tingkat pH air limbah dengan masing – masing cairan kimia memiliki konsentrasi sebesar 2,5% per liter (air 1 liter dengan kandungan cairan kimia 25 ml) dan *monitoring* kualitas air limbah dengan parameter pH, suhu, dan kekeruhan air limbah yang ditampilkan pada *interface website*.
- b. Cara kerja dari prototipe sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air pada pengolahan air limbah berbasis *IoT (Internet of Things)* yaitu kontrol tingkat pH air limbah menggunakan metode *trial and error* yaitu dengan melakukan penambahan cairan kimia yaitu cairan Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) untuk penurun pH air limbah dan cairan Kalium Hidroksida (KOH) sebagai penaik tingkat pH air limbah. Ketika tingkat pH air limbah di bawah 6 maka pompa 1 akan menyala dengan *interval* waktu 1 detik untuk mengalirkan cairan kimia Kalium Hidroksida (KOH), ketika pH air limbah tidak sesuai *set point* pompa 1 akan hidup lagi selama 1 detik, proses tersebut akan berlurang sampai pH air limbah ke *set point* yang diinginkan (pH air 6 – 9) , sebaliknya ketika tingkat pH air limbah di atas 9 maka pompa 2 akan menyala dengan *interval* waktu 1 detik untuk mengalirkan cairan kimia Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) ketika pH air limbah tidak sesuai *set point* pompa 1 akan hidup lagi selama 1 detik, proses tersebut akan berlurang sampai pH air limbah ke *set point* yang diinginkan (pH air 6 – 9). Tetapi ketika pompa hidup dengan *interval* waktu 1 detik, motor pengaduk akan selalu hidup tanpa jeda sampai pH sesuai dengan *set point*. Untuk monitoring data pH, kekeruhan, dan suhu akan dikirim secara *realtime* menuju *database* MySQL dan data tersebut akan ditampilkan menuju *website* yang telah dibuat, pada *website* tersebut akan

menampilkan data dari 3 parameter tersebut dalam bentuk angka, grafik dan juga tabel. Selain dapat menampilkan data, *website* juga dapat melakukan *export* data dalam bentuk Excel yang bisa digunakan untuk laporan.

- c. Prototipe sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air pada pengolahan air limbah berbasis *IoT (Internet of Things)* sudah bekerja dengan baik, prototipe akan bekerja secara efektif ketika melakukan kontrol tingkat pH air limbah dengan sistem yang dibuat serta cairan kimia yang digunakan maupun tingkat akurasi dari prototipe yang dibuat dengan membandingkan hasil pengukuran prototipe dimana sensor pH-450 memiliki akurasi sebesar 97,56%, sensor *turbidity* TS300B memiliki nilai rata – rata akurasi sebesar 91,17%, dan sensor suhu DS18B20 memiliki nilai rata – rata akurasi sebesar 99,67% dengan alat ukur konvensional sehingga didapat nilai rata – rata tingkat akurasi prototipe dengan semua sensor sebesar 96,13% dan dapat dikatakan bahwa prototipe yang dibuat sudah cukup efektif.

## 5.2. Saran

Setelah melakukan penelitian dan analisa alat, dapat diperoleh beberapa saran untuk mengembangkan alat ini kedepannya, diantaranya.

- a. Dalam penelitian selanjutnya, diharapkan mampu mengembangkan prototipe ini menjadi sebuah sistem yang lebih lengkap dan bisa dikembangkan dengan menggunakan sensor – sensor yang berbeda.
- b. Dalam penelitian ini parameter yang dikontrol merupakan parameter tingkat pH air limbah. Pada penelitian selanjutnya dapat ditambahkan untuk sistem kontrol seperti kontrol kekeruhan air limbah serta selain *interface website* bisa ditambahkan *interface* untuk *smartphone*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Mawardi, “Sistem Monitoring Limbah Industri Rayon,” *Seminar Nasional Teknik Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 186–189, Dec. 2020.
- [2] J. Faza, S. I. Purnama, and F. T. Syifa, “Sistem Monitoring Tingkat pH, Kekeruhan dan Suhu Air Limbah Batik pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Berbasis LoRa,” *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, vol. 3, no. 1, pp. 10–15, Dec. 2021, doi: 10.20895/jtece.v3i1.146.
- [3] D. Sasmoko, H. Rasminto, and A. Rahmadani, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga,” *Jurnal Informatika Upgris*, vol. 5, no. 1, Dec. 2019, doi: 10.26877/jiu.v5i1.2993.
- [4] “Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Internet of Things (IoT) | Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan.” Jan. 29, 2023. Accessed: Feb. 14, 2023. [Online]. Available: <http://snitt.polman-babel.ac.id/index.php/snitt/article/view/33>
- [5] A. Noor *et al.*, “Aplikasi Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan Turbidity Sensor Dan Arduino Berbasis Web Mobile,” *Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 1, pp. 13–18, Oct. 2019, doi: 10.24014/coreit.v5i1.7945.
- [6] M. Al Kholif, A. R. Alifia, P. Pungut, S. Sugito, and J. Sutrisno, “Kombinasi Teknologi Filtrasi Dan Anaerobik Buffled Reaktor (ABR) Untuk Mengolah Air Limbah Domestik,” *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, vol. 15, no. 2, p. 19, 2020, doi: 10.26714/jkmi.15.2.2020.19-24.
- [7] Y. Efendi, “Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile,” *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- [8] Wilianto and A. Kurniawan, “Sejarah , Cara Kerja Dan Manfaat Internet of Things,” *Matrix*, vol. 8, no. 2, pp. 36–41, 2018.
- [9] A. Imran and M. Rasul, “Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32,” *Jurnal Media Elektrik*, vol. 17, no. 2, pp. 2721–9100, 2020.

- [10] deny hardiansya putra makrup, A. Herlina, and F. Hasan, “Rancang Bangun Ruang Penyimpanan Bibit Bawang Merah Siap Tanam Menggunakan Board ESP32 Berbasis Internet Of Things,” *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 24, no. 2, pp. 162–173, Oct. 2022, doi: 10.24912/TESLA.V24I2.20270.
- [11] “Rancang Bangun Alat Pengukur Tingkat Kesuburan Tanah Paska Panen - Polsri Repository.” <http://eprints.polsri.ac.id/2874/> (accessed Mar. 08, 2023).
- [12] F. Astria, M. Subito, and D. W. Nugraha, “Rancang Bangun Alat Ukur Ph Dan Suhu Berbasis Short Message Service (SMS) Gateway,” *MEKTRIK*, vol. 1, no. 1, Aug. 2014, Accessed: Feb. 15, 2023. [Online]. Available: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Mektrik/article/view/3590>
- [13] A. F. Isdiana, “Prototype Pendeteksi pH Air Menggunakan Microcontroller Dengan Sensor pH Dan Sensor Dallas Berbasis Android,” *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*, vol. 1, no. 1, Feb. 2019.
- [14] M. A. Delwizar, A. Arsenly, H. Irawan, M. Jodiansyah, and R. M. Utomo, “Perancangan Prototipe Sistem Monitoring Kejernihan Air Dengan Sensor Turbidity Pada Tandon Berbasis IoT,” *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 3, p. 106, 2021, doi: 10.22441/jte.2021.v12i3.002.
- [15] A. D. Hendra Saptadi Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto Jl I Panjaitan No, “Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22,” *JURNAL INFOTEL*, vol. 6, no. 2, pp. 49–56, Nov. 2014, doi: 10.20895/INFOTEL.V6I2.16.
- [16] M. B. R. Huda and W. D. Kurniawan, “Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino Muhammad Bagus Roudlotul Huda Wahyu Dwi Kurniawan Abstrak,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 07, pp. 18–23, 2022.
- [17] M. Natsir, D. B. Rendra, and A. D. Y. Anggara, “Implementasi IOT Untuk Sistem Kendali AC Otomatis Pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya,” *Jurnal PROSISKO (Pengembangan Riset dan Observasi Rekayasa Sistem Komputer)*, vol. 6, no. 1, pp. 69–72, 2019.

- [18] D. T. , S. Muhammad Sabiran, “Implementasi Wireless Sensor Network Pada Sistem Pemantauan Dan Pengontrolan Budidaya Tanaman Pada Rumah Kaca (Green House) Berbasis Website,” *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol. 6, no. 1, Mar. 2018, doi: 10.26418/CODING.V6I1.25483.
- [19] S. Widodo, “Perancangan Pompa Sentrifugal,” pp. 9–25, 2019.
- [20] P. S. Hasugian, “Perancangan Website Sebagai Media Promosi Dan Informasi,” *Journal Of Informatic Pelita Nusantara*, vol. 3, no. 1, Feb. 2018.
- [21] S. Mariko, “Aplikasi website berbasis HTML dan JavaScript untuk menyelesaikan fungsi integral pada mata kuliah kalkulus,” *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, vol. 6, no. 1, pp. 80–91, Apr. 2019, doi: 10.21831/JITP.V6I1.22280.
- [22] R. Hermiati, A. Asnawati, and I. Kanedi, “Pembuatan E-Commerce Pada Raja Komputer Menggunakan Bahasa Pemrograman PHP dan Database MySQL,” *JURNAL MEDIA INFOTAMA*, vol. 17, no. 1, Feb. 2021, doi: 10.37676/JMI.V17I1.1317.
- [23] A. Hidayat, A. Yani, P. Studi Sistem Informasi, and S. Mahakarya, “Membangun Website SMA PGRI Gunung Raya Ranau Menggunakan PHP Dan MySQL,” 2019. Accessed: Jul. 29, 2023. [Online]. Available: <https://journal.unmaha.ac.id/index.php/jtim/article/download/35/35>
- [24] Y. Trimarsiah and M. Arafat, “Analisis dan Perancangan Website sebagai Sarana Informasi pada Lembaga Bahasa Kewirausahaan dan Komputer AKMI Baturaja,” *Jurnal Ilmiah Matrik*, vol. 19, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [25] D. Ramdani, F. Mukti Wibowo, and Y. Adi Setyoko, “Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu Dan Monitoring pH Air Aquascape Berbasis IoT (Internet Of Thing) Menggunakan Nodemcu Esp8266 Pada Aplikasi Telegram,” *Journal of Informatics Information System Software Engineering and Applications (INISTA)*, vol. 3, no. 1, pp. 59–68, Nov. 2020, doi: 10.20895/INISTA.V3I1.173.
- [26] N. A. Ramdhan and D. A. Nufriana, “Rancang Bangun Dan Implementasi Sistem Informasi Skripsi Oline Berbasis WEB,” *Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of UMUS*, vol. 1, no. 02, pp. 1–12, 2019, doi: 10.46772/intech.v1i02.75.



- [27] S. Widodo, A. Nursyahid, S. Anggraeni K, and W. Cahyaningtyas, “Analisis Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembapan Serta Penyiraman Otomatis Pada Budidaya Jamur Dengan ESP32 Di Fungi House Kabupaten Semarang,” *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, vol. 17, no. 3, pp. 210–219, Mar. 2022, doi: 10.32497/ORBITH.V17I3.3446.