

## Rancang Bangun Sistem Pengolahan Air Limbah Ekstraksi Berbasis *Internet of Things* di PT Sari Alam Sukabumi

Tria Wulandari<sup>1</sup>, Mustika Rahmania<sup>2</sup>, Erlangga<sup>3</sup>, Rifki Arief Munandar<sup>4</sup>, Rizki<sup>5</sup>,  
Moch. Juang Pajri Perkasa<sup>6</sup>, Ridwan Rachmat<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Ilmu Pangan Halal, Universitas Djuanda Jl. Ciawi no 1 Ciawi, Bogor, 16720, Indonesia, [wulandaritria700@gmail.com](mailto:wulandaritria700@gmail.com)

<sup>2</sup>Mahasiswa Teknologi Pangan, Fakultas Ilmu Pangan Halal, Universitas Djuanda Jl. Ciawi no 1 Ciawi, Bogor, 16720, Indonesia, [mustikarahmaniah4@gmail.com](mailto:mustikarahmaniah4@gmail.com)

<sup>3</sup>Mahasiswa Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama Jl. Cikutra No.204A, Sukapada, Kec. Cibeunying Kidul, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia, [erlangga1500@gmail.com](mailto:erlangga1500@gmail.com)

<sup>4</sup>PT. Sari Alam Sukabumi, [RifkiAM.RAM@gmail.com](mailto:RifkiAM.RAM@gmail.com)

<sup>5</sup>PT. Sari Alam Sukabumi, [Rizkiart3@gmail.com](mailto:Rizkiart3@gmail.com)

<sup>6</sup>Mahasiswa Teknik Informatika, Fakultas Teknik Komputer dan Desain, Universitas Nusa Putra Jl. Raya Cibolang Cisaat - Sukabhumi No.21, Cibolang Kaler, Kec. Cisaat, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat 43152, [moch.juang\\_ti22@nusaputra.ac.id](mailto:moch.juang_ti22@nusaputra.ac.id)

<sup>7</sup>Dosen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Ilmu Pangan Halal, Universitas Djuanda  
Jl. Ciawi no 1 Ciawi, Bogor, 16720, Indonesia, [rdwn2000@gmail.com](mailto:rdwn2000@gmail.com)

---

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengolahan air limbah ekstraksi berbasis *Internet of Things* (IoT) di PT Sari Alam Sukabumi. Teknologi IoT diterapkan untuk memantau kualitas air limbah secara real-time, memungkinkan deteksi dini perubahan kualitas air dan otomatisasi dalam proses penyesuaian pengolahan. Sistem ini menggunakan sensor untuk mengukur pH dan kekeruhan air yang terhubung dengan platform pengolahan data, sehingga memungkinkan pengendalian lebih efisien dan penurunan biaya operasional. Hasil dari penerapan sistem ini memastikan bahwa air limbah yang dihasilkan sesuai dengan baku mutu lingkungan yang ditetapkan oleh regulasi pemerintah, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan memanfaatkan teknologi IoT, pengolahan air limbah menjadi lebih efektif, dan berkelanjutan.

**Kata Kunci:** IoT, Pengolahan Air Limbah, PT Sari Alam Sukabumi, Monitoring, Industri Ekstraksi.

## PENDAHULUAN

Di era modern ini, industri menghadapi tantangan besar dalam mengelola dampak lingkungan dari kegiatan operasional. Salah satu masalah paling mendesak adalah pengolahan air limbah yang dihasilkan dari berbagai proses industri. Teknologi industri pengendalian pencemaran udara digunakan untuk meminimalkan dampak pencemaran udara terhadap lingkungan sesuai dengan standar dan praktik industri yang berdampak pada hal-hal berikut: produksi bersih, proses bersih, produk bersih, dematerialisasi dan dekarbonisasi, manufaktur hijau (*green manufacturing*), manufaktur berkelanjutan (*sustainable manufacturing*), dan sebagainya (Rizal, 2018). Dengan begitu dalam pembuatan ekstrak tersebut menghasilkan limbah yang berupa ampas dari hasil ekstraksi yang berbentuk padat dan cair. Limbah yang berbentuk padat berupa ampas dari daun yang sudah diekstrak dan limbah cair yang berupa cairan yang menimbulkan bau yang sangat menyengat dan mengganggu lingkungan (Pamungkas & Rhohman, 2021).

Mulai awal tahun 2017, seluruh pelaku usaha yang menghasilkan limbah diwajibkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) untuk melakukan pengendalian kualitas udara secara online. Untuk mendukung inisiatif tersebut, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) mengembangkan inovasi online untuk pengukuran kualitas udara pantai, sungai, dan danau. Inovasi ini bermitra dengan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) untuk memantau kualitas udara secara online di wilayah utara dan selatan daerah dataran rendah pesisir (DAS) tertentu di Indonesia (Satmoko, 2016).

PT Sari Alam Sukabumi adalah perusahaan yang bergerak dalam industri ekstrak bahan alami, sehingga banyak sekali yang diolah dari bahan alami menjadi ekstrak seperti: daun kelor, daun katuk, dan sebagainya. PT Sari Alam Sukabumi

memiliki permasalahan mengenai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang menjadi tantang utama dalam industri yang menggunakan bahan alami sebagai sumber utama pada produk. Pengelolaan limbah dari ekstrak alami sangat penting karena limbah ini sering kali mengandung bahan organik yang tinggi, sisa pelarut, dan bahan kimia lainnya yang digunakan dalam proses ekstraksi. Limbah organik yang tidak diolah dengan benar dapat menyebabkan polusi air dan tanah, serta menghasilkan bau yang tidak sedap dan gas rumah kaca seperti metana. Oleh karena itu, teknik pengelolaan limbah yang efektif sangat diperlukan untuk meminimalkan dampak lingkungan dan meningkatkan keberlanjutan industri. Dengan begitu, harus memiliki penanganan yang baru untuk bisa mengatasi permasalahan tentang limbah ini, dengan itu perlunya perancangan sistem pengolahan air limbah dengan baik dan efisien.

*Internet of Things* atau disingkat IoT, adalah sebuah konsep di mana setiap benda di dunia dapat berkomunikasi satu sama lain sebagai satu sisi dari satu sistem yang tidak berfungsi dengan menggunakan internet sebagai media penghubung (Arafat, 2016). Sedangkan, menurut Susanto et al. 2018 *Internet of Things*, atau lebih sering dikenal IoT, merupakan salah satu teknologi mutakhir yang menghubungkan dunia fisik ke internet melalui media. Penggunaan IoT semakin pesat hal ini disebabkan oleh kemajuan teknologi informasi. Hal ini mengakibatkan beberapa perangkat selalu bersentuhan dengan sensor bergerak di dalam lingkungan. Beberapa tahun ini, teknologi *Internet of Things* (IoT) telah berkembang sangat pesat serta menawarkan potensi besar untuk berbagai aplikasi, termasuk pada pengolahan air limbah. Penggunaan IoT dalam pengolahan air limbah ekstraksi membawa beberapa manfaat yang signifikan. Pertama, sistem ini meningkatkan efisiensi operasional dengan memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses secara *real-time*. Pemantauan *real-time* ini sangat penting dalam pengolahan limbah ekstraksi, karena kualitas air dapat berubah dengan cepat akibat variasi dalam proses produksi industri. Kedua, IoT memungkinkan penghematan biaya operasional karena sistem

otomatis dapat mengurangi kebutuhan tenaga kerja manusia dan meminimalkan kesalahan manusia.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk merancang dan menerapkan sistem pengolahan air limbah ekstraksi berbasis *Internet of Things* di PT Sari Alam Sukabumi, sehingga dapat melakukan monitoring kualitas air buangan (*effluent*) instalasi pengolahan air limbah (IPAL) di industri ini secara *real-time*, maka berpengaruh terhadap lingkungan di perusahaan. Pemanfaatan internet yang lebih efisien.

## **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan dalam menyelidiki rancang bangun sistem pengolahan air limbah ekstraksi berbasis *internet of things* di PT Sari Alam Sukabumi melibatkan pendekatan multidisiplin. Penelitian ini memanfaatkan pendekatan kualitatif dan kuantitatif untuk dapat mengumpulkan, menganalisis, dan menafsirkan data-data yang relevan.

Pendekatan kuantitatif melibatkan wawancara dengan yang ahli dibidang industri, teknologi informasi, keberlanjutan, dan keamanan untuk siber dalam memahami pandangan mereka tentang integrasi IoT dalam pembangunan. Pendekatan kuantitatif melibatkan pengumpulan data empiris melalui survei atau pengamatan langsung terhadap kondisi penelitian untuk memperoleh pemahaman yang lebih kuat tentang penggunaan, pembangunan, dan pemanfaatan IoT dalam industri pengolahan limbah.

Selain itu, dalam metode penelitian ini juga dilakukan studi literatur yang mendalam untuk mengumpulkan informasi yang relevan tentang topik yang dibahas. Referensi dari jurnal ilmiah dan artikel. Hal ini melibatkan pencarian dengan pembacaan hasil dan karya penelitian sebelumnya, untuk memahami perkembangan pengetahuan yang terkini.

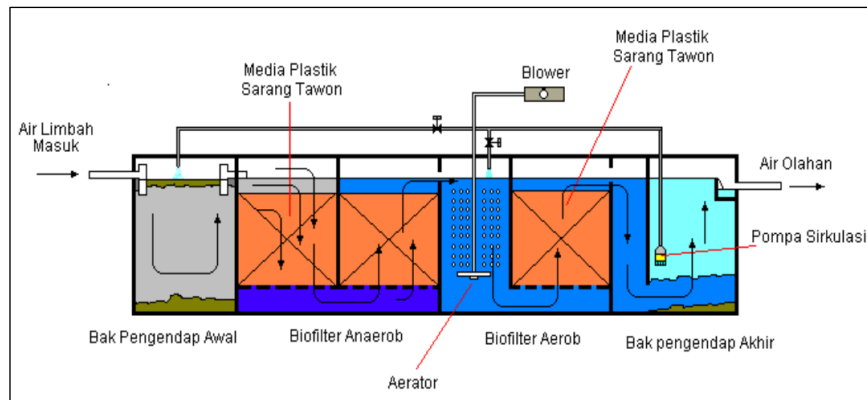
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) adalah proses desain dan pengembangan sistem pengolahan air limbah yang bertujuan untuk mengolah dan memurnikan air limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) eksisting di PT Sari Alam Sukabumi menggunakan metode konvensional yang melibatkan proses sedimentasi dan filtrasi sederhana. Sistem ini menunjukkan keterbatasan dalam pemantauan kualitas air limbah, yang saat ini dilakukan secara manual dan periodik. Pendekatan ini membuat sistem reaktif terhadap perubahan kualitas air, sehingga menimbulkan risiko pencemaran air yang tinggi jika ada anomali yang tidak terdeteksi secara cepat. IPAL eksisting disajikan pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** IPAL eksisting PT Sari Alam Sukabumi

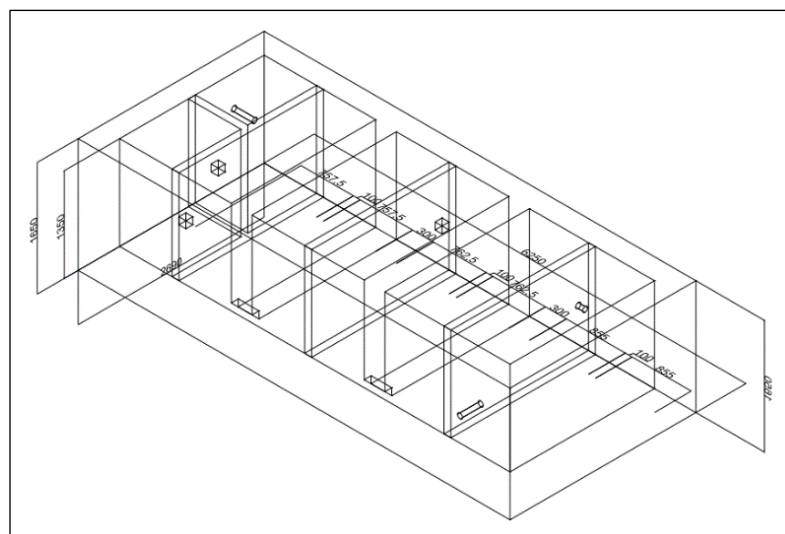
**Gambar 1** menunjukkan kondisi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) eksisting di PT Sari Alam Sukabumi. Usulan desain IPAL yang diuraikan dalam penelitian ini didasarkan pada hasil penelitian sebelumnya, yang telah mengevaluasi dan mengidentifikasi kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengolahan air limbah yang disajikan pada **Gambar 2**.



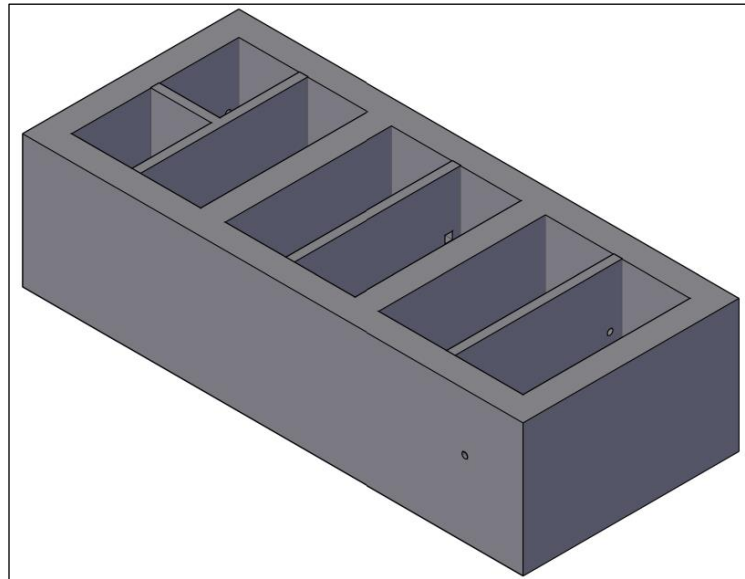
**Gambar 2.** Diagram Proses Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob

(Sumber: (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2011))

Di sisi lain, IPAL usulan yang mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan pemantauan dan pengendalian kualitas air limbah secara *real-time*. Dengan menggunakan sensor pH dan kekeruhan yang terhubung ke jaringan IoT, sistem ini mampu mengumpulkan data secara terus-menerus. Data ini dapat diakses dan dianalisis secara langsung melalui platform yang terhubung, memungkinkan deteksi dini perubahan kualitas air dan penyesuaian proses pengolahan secara otomatis. Sebagai contoh, ketika sensor mendeteksi tingkat pH yang keluar dari batas aman, sistem dapat secara otomatis mengaktifkan proses penyesuaian yang diperlukan, seperti menambahkan bahan kimia untuk menetralkan pH. Hal ini memastikan bahwa air limbah yang dilepaskan selalu memenuhi standar lingkungan. IPAL usulan disajikan pada **Gambar 3** dan **4**.



**Gambar 3.** IPAL usulan dimensi



**Gambar 4.** IPAL usulan 3D

(Sumber: Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan)

Pedoman kualitas udara diperlukan untuk memastikan tidak terjadi pencemaran air permukaan atau udara. Satu-satunya undang-undang yang berkaitan dengan standardisasi di Indonesia adalah larangan mutu baku. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan kebutuhan Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, usaha atau kegiatan yang menggunakan pengolahan obat tradisional atau jamu memiliki kriteria khusus yang harus dipenuhi. Seperti parameter yang disajikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Baku mutu air limbah bagi perindustrian obat tradisional atau jamu

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/ton bahan baku)
pH	6 sampai 9	6 sampai 9
BOD	75	1,12
COD	150	2,23
TSS	100	1,5
Fenol	0,2	0,003
Kuantitas air limbah paling tinggi (m <sup>3</sup> per ton bahan baku)	15	15

(Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah (Miller, 2000)).

Berdasarkan parameter yang disajikan pada **Tabel 1**. IPAL usulan memerlukan volume udara untuk mendukung proses aerasi, perhitungan volume udara dalam IPAL usulan adalah sebagai berikut:

1. Volume Bak Aerasi

$$V = P \times L \times T \times 10^{-6} = 209 \text{ cm} \times 74,5 \text{ cm} \times 135 \text{ cm} \times 10^{-6} = 2,1020 \text{ m}^3 \\ = 2,1020 \text{ m}^3 \times 1000 = 2.102 \text{ liter}$$

2. Kebutuhan Oksigen berdasarkan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD)

$$COD + BOD \times V = (150 \text{ mg/l} + 75\text{mg/l}) \times 2.102 \text{ l} = 472.950 \text{ mg /L} \\ = 472,95 \text{ gram/hari}$$

Dari hasil tersebut nilai COD dan BOD didapatkan dari baku mutu air limbah perindustrian obat tradisional atau jamu sehingga memiliki hasil 472,95 gram/hari.

3. Kebutuhan volume oksigen per hari

$$\text{Volume oksigen} = \frac{\text{Oksigen/hari}}{\text{Masa jenis oksigen}} = \frac{472,95 \text{ gram/hari}}{1,429 \text{ gram/liter}} \\ \approx 330,9657 \text{ liter/hari}$$

4. Volume udara yang diperlukan

Kandungan oksigen dalam udara  $\approx 0,209 \text{ liter /liter}$

$$\text{Volume udara} = \frac{330,9657 \text{ liter/hari}}{0,209 \text{ liter oksigen/liter udara}} \approx 1.583,5679 \text{ liter /hari}$$

$$\text{Dikonversikan ke m}^3 = \frac{1.583,5679 \text{ liter/hari}}{1000} \approx 1,5836 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Perhitungan ini menunjukkan bahwa diperlukan sekitar 1,5836 m<sup>3</sup>/hari udara untuk memastikan pengolahan air limbah menjadi efisien dengan asumsi udara tersebut 100% terlarut dalam satu hari. Berdasarkan hasil volume yang didapat, maka usulan IPAL membutuhkan beberapa media untuk mendukung proses pengolahan, termasuk pompa sludge pump, batu aerator, blower udara, media biofilter seperti

bioball, micro controller, internet, dissolved oxygen (DO), serta sensor pH dan kekeruhan. Pompa sludge pump digunakan untuk mengalirkan lumpur ke tangki pengolahan, sementara batu aerator dan blower udara digunakan untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut yang penting bagi proses biologis. Media biofilter berfungsi sebagai tempat tinggal bagi mikroorganisme yang membantu penguraian zat organik. Sistem ini secara keseluruhan diatur oleh sensor yang memantau parameter kualitas air dan menyesuaikan operasi berdasarkan data yang diterima. Rencana anggaran biaya kebutuhan media IPAL usulan disajikan pada **Tabel 2.**

**Tabel 2.** Rancangan Anggaran Biaya pengolahan air limbah ekstraksi berbasis IoT di PT Sari Alam Sukabumi

No	Material	Spesifikasi	Quantity	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Pompa sludge pump	Auto Daya : 750W Volt: 220V/50Hz Outlet : 2 inch Dorong Maks :10 Meter	1	Unit	Rp 766.617,00	Rp 766.617,00
2	Batu Aerator	30 x 135 mm	10	Pcs	Rp 24.600,00	Rp 246.000,00
3	Peralatan Aerator (Blower Udara)	Dimensi 209 x 200 x 220 mm, Power 120 W, Output 21 m3/h	1	Unit	Rp 1.060.000,00	Rp 1.060.000,00
4	Media Biofilter (Bioball)	400 x 600 mm/karung / 600pcs	14	Karung	Rp 84.000,00	Rp 1.176.000,00
5	Selang	4 x 4 mm Panjang 1 meter	5	Meter	Rp 1.500,00	Rp 7.500,00
6	Sensor Ph, dan Kekeruhan	42mm x 32mm x 20mm	1	Unit	Rp 205.000,00	Rp 205.000,00
7	Dissolve Oksigen Sensor	Dimensi: 42 x 32mm Detection Range: 0 ~ 20mg/L Pressure Range: 0 ~ 50 PSI Operating Voltage: 3.3 ~ 5.5V Output Signal: 0 ~ 3V	1	Unit	Rp 2.887.680,00	Rp 2.887.680,00
8	ESP 32	2.4 GHz dual-mode Wi-Fi and Bluetooth chips by TSMC 40nm	1	Unit	Rp 55.000,00	Rp 55.000,00
9	Arduino Mega	8 analog input 14 digital output/input support for external 5V ~ 12V	1	Unit	Rp 44.000,00	Rp 44.000,00
<b>Total</b>					<b>Rp</b>	<b>6.447.797,00</b>

Pada **Tabel 2** menyajikan perincian biaya material yang diperlukan untuk pembangunan sistem pengolahan air limbah berbasis Internet of Things (IoT) di PT Sari Alam Sukabumi. Terdapat juga komponen tambahan yang mendukung kebutuhan material untuk instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Perhitungan biaya untuk komponen tambahan tersebut adalah sebagai berikut:

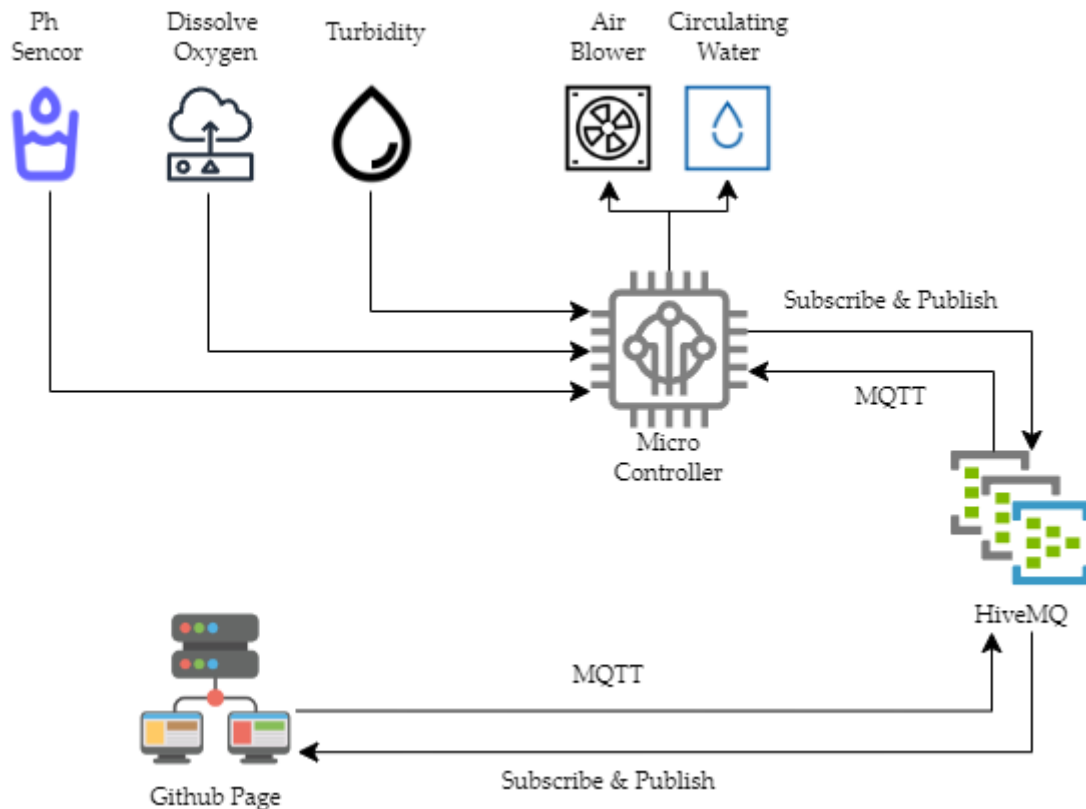
$$\begin{aligned} \text{Komponen tambahan} &= \text{Total} \times 30\% = \text{Rp } 6.447,779,00 \times 30\% \\ &= \text{Rp } 1.934.339,10 \end{aligned}$$

Dengan demikian, total biaya yang diperlukan untuk pengadaan material dan komponen tambahan dalam pembangunan sistem pengolahan air limbah ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total keseluruhan} &= \text{biaya total material} + \text{komponen tambahan} \\ \text{Total keseluruhan} &= \text{Rp } 6.447,779,00 + \text{Rp } 1.934.339,10 \\ &= \text{Rp } 8.382.136,10 \end{aligned}$$

Anggaran ini mencakup semua kebutuhan material yang relevan dengan pembangunan sistem IPAL berbasis IoT, mulai dari pompa, sensor, media biofilter, hingga peralatan aerator. Biaya tambahan sebesar 30% dialokasikan untuk menutupi kebutuhan komponen yang mungkin tidak terduga selama proses instalasi, seperti penggantian material yang rusak, penyesuaian teknis, dan perbaikan lainnya yang mungkin diperlukan untuk memastikan sistem berfungsi optimal.

Implementasi dari sistem ini disajikan dalam diagram arsitektur. Diagram arsitektur dalam sistem IoT ini digunakan untuk memvisualisasikan alur kerja dan komponen utama dari sistem pengolahan air limbah berbasis IoT. Diagram ini menunjukkan interaksi antara sensor yang memonitor kualitas air, perangkat IoT yang mengolah data, dan platform manajemen data yang menganalisis informasi secara *real-time*. Diagram arsitektur disajikan pada **Gambar 5**.



**Gambar 5** Diagram Arsitektur IPAL

Diagram arsitektur pada **Gambar 5** mengilustrasikan sistem pengolahan air limbah berbasis Internet of Things (IoT) yang memanfaatkan berbagai sensor dan perangkat untuk memonitor, mengolah, dan mengelola data kualitas air secara *real-time*.

Selanjutnya cara melakukan micro controller untuk penggunaan Pseudocode untuk sistem kontrol dan pencatat data instalasi pengolahan air limbah sebagai berikut:

1. Inisialisasi Variabel

nilai\_ph\_diinginkan = 7.0 Nilai pH yang diinginkan, bisa diperbarui melalui GitHub nilai\_kekeruhan\_diinginkan = 10.0, Nilai kekeruhan yang diinginkan dalam NTU, bisa diperbarui melalui GitHub nilai\_do\_diinginkan = 6.0, Nilai dissolved oxygen (DO) yang diinginkan dalam mg/L, bisa diperbarui melalui GitHub

2. Inisialisasi Sensor dan Aktuator

- `sensor_ph = inisialisasi_sensor("PIN_SENSOR_PH")`
  - `inisialisasi_sensor_pH_sensor_kekeruhan = inisialisasi_sensor("PIN_SENSOR_KEKERUHAN")`
  - `Inisialisasi_sensor_kekeruhan_sensor_do = inisialisasi_sensor("PIN_SENSOR_DO")`
  - `Inisialisasi_sensor_DO_blower_udara = inisialisasi_aktuator("PIN_BLOWER_UDARA")`
  - `Inisialisasi_aktuator_blower_udara_pompa_sirkulasi = inisialisasi_aktuator("PIN_POMPA")`
  - Inisialisasi aktuator pompa sirkulasi
3. Inisialisasi Modul Komunikasi
- `modul_esp = inisialisasi_esp("ESP8266/ESP32")`
  - `Inisialisasi_modul_ESP_klien_mqt t= inisialisasi_klien_mqtt("broker.hivemq.com", "id_klien")`
  - Inisialisasi klien MQTT
4. Fungsi untuk Membaca Data Sensor
- `fungsi_baca_sensor(): nilai_ph = baca_sensor(sensor_ph)`
  - `Baca nilai pH nilai_kekeruhan = baca_sensor(sensor_kekeruhan)`
  - `Baca nilai kekeruhan nilai_do = baca_sensor(sensor_do)`
  - `Baca nilai DO kembalikan nilai_ph, nilai_kekeruhan, nilai_do`
5. Fungsi untuk Mengontrol Aktuator Berdasarkan Data Sensor Menggunakan Logika OR
- `fungsi_kontrol_aktuator(nilai_ph, nilai_kekeruhan, nilai_do): jika nilai_ph < nilai_ph_diinginkan atau nilai_do < nilai_do_diinginkan: aktifkan_aktuator(blower_udara)`
  - `Aktifkan blower udara jika pH atau DO di bawah nilai yang diinginkan sebaliknya: matikan_aktuator(blower_udara)`

- Matikan blower udara jika nilai\_kekeruhan > nilai\_kekeruhan\_diinginkan:  
aktifkan\_aktuator(pompa\_sirkulasi)
  - Aktifkan pompa sirkulasi jika kekeruhan di atas nilai yang diinginkan  
sebaliknya: matikan\_aktuator(pompa\_sirkulasi)
  - Matikan pompa sirkulasi
6. Fungsi untuk Mengirim Data ke Modul ESP
- fungsi kirim\_data\_ke\_esp(nilai\_ph, nilai\_kekeruhan, nilai\_do): data =  
format\_data(nilai\_ph, nilai\_kekeruhan, nilai\_do)
  - Format data sensor untuk dikirim kirim\_ke\_esp(modul\_esp, data)
  - Kirim data ke modul ESP
7. Fungsi untuk Mempublikasikan Data melalui MQTT
- fungsi publikasi\_data\_mqtt(data): klien\_mqtt.hubungkan()
  - Hubungkan ke broker MQTT klien\_mqtt.publikasikan("wastewater/data",  
data)
  - Publikasikan data ke topik MQT klien\_mqtt.putuskan()
  - Putuskan koneksi dari broker MQTT
8. Fungsi untuk Mengambil Nilai yang Diinginkan dari GitHub
- fungsi ambil\_nilai\_diinginkan\_dari\_github(): nilai\_diinginkan =  
ambil\_dari\_github([https://github.com/user/repo/nilai\\_diinginkan.json](https://github.com/user/repo/nilai_diinginkan.json))
  - Ambil data JSON dari GitHub nilai\_ph\_diinginkan = nilai\_diinginkan["ph"]
  - Perbarui nilai pH yang diinginkan nilai\_kekeruhan\_diinginkan =  
nilai\_diinginkan["kekeruhan"]
  - Perbarui nilai kekeruhan yang diinginkan nilai\_do\_diinginkan =  
nilai\_diinginkan["do"]
  - Perbarui nilai DO yang diinginkan
9. Fungsi untuk Mencatat Data Secara Lokal atau Online
- fungsi catat\_data(data): catat\_ke\_penyimpanan\_lokal(data)

- Catat data secara local unggah\_ke\_github ("https://github.com/user/repo/data\_log.txt", data)
- Unggah log data ke GitHub

#### 10. Loop Utama

- loop: nilai\_ph, nilai\_kekeruhan, nilai\_do = baca\_sensor()
- Baca data sensor kontrol\_aktuator(nilai\_ph, nilai\_kekeruhan, nilai\_do)
- Kontrol aktuator berdasarkan data sensor kirim\_data\_ke\_esp(nilai\_ph, nilai\_kekeruhan, nilai\_do)
- Kirim data sensor ke modul ESP data = format\_data(nilai\_ph, nilai\_kekeruhan, nilai\_do)
- Format data untuk MQTT publikasi\_data\_mqtt(data)
- Publikasikan data ke broker MQTT ambil\_nilai\_diinginkan\_dari\_github()
- Ambil nilai yang diinginkan dari GitHub catat\_data(data)
- Catat data secara lokal atau online tunda(1000)
- Tunggu 1 detik sebelum iterasi berikutnya

Sebagai alat yang dapat melakukan suatu perangkat untuk memonitor, mengolah, dan mengelola data kualitas air secara *real-time*. Berikut adalah cara kerja alat untuk memonitor air limbah ekstraksi ini:

#### 1. Pengumpulan Data Sensor

Sistem dimulai dengan pengumpulan data dari beberapa sensor, termasuk sensor pH, sensor kekeruhan, dan sensor aliran air. Sensor-sensor ini mengukur parameter penting yang mencerminkan kualitas air limbah. Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini kemudian dikirim ke microcontroller untuk pemrosesan lebih lanjut.

#### 2. Pemrosesan oleh Microcontroller

Microcontroller berfungsi sebagai pusat pengendali sistem. Microcontroller menerima data dari sensor-sensor, memproses informasi tersebut, dan melakukan tindakan yang diperlukan. Misalnya, berdasarkan

data yang diterima, microcontroller dapat mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat seperti blower udara untuk aerasi atau sirkulator air untuk memastikan air limbah terus mengalir dengan benar.

### 3. Komunikasi Data melalui MQTT

Data yang diproses oleh microcontroller kemudian dikirim ke platform manajemen data menggunakan protokol komunikasi Message Queuing Telemetry Transport (MQTT). Dalam sistem ini, HiveMQ berfungsi sebagai broker MQTT, yang memungkinkan data diterbitkan dan dilanggan oleh berbagai perangkat dan aplikasi.

### 4. Integrasi dengan Platform Data

Data yang diterima oleh HiveMQ kemudian dapat diakses melalui halaman GitHub yang berfungsi sebagai platform manajemen data. Di sini, data dapat dianalisis lebih lanjut, dipantau, dan divisualisasikan. Operator atau pihak manajemen dapat berlangganan dan menerbitkan data melalui GitHub untuk melakukan pemantauan kondisi sistem secara *real-time* dan mengambil tindakan yang diperlukan.

Pembangunan IPAL usulan berbasis IoT didorong oleh kebutuhan untuk meningkatkan kualitas pengolahan air limbah, efisiensi operasional, dan kepatuhan terhadap standar lingkungan yang ketat. Dengan pemantauan *real-time* dan otomatisasi, sistem ini dapat merespons perubahan kualitas air dengan cepat, mengurangi risiko pencemaran, dan memastikan kepatuhan terhadap regulasi. Selain itu, implementasi teknologi IoT dapat mengurangi biaya operasional jangka panjang meskipun membutuhkan investasi awal yang lebih tinggi.

## KESIMPULAN

Rancang bangun sistem pengolahan air limbah ekstraksi berbasis *Internet of Things* (IoT) di PT Sari Alam Sukabumi merancang penggunaan teknologi IoT dalam sistem pengolahan air limbah untuk memberikan peningkatan efisiensi operasional.

Sistem ini memungkinkan pemantauan kualitas air secara real-time, yang sangat penting dalam industri ekstraksi yang memiliki variasi tinggi dalam proses produksi. Implementasi IoT mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia, sehingga mengurangi potensi kesalahan manual. Dengan pemantauan air limbah, sistem ini juga memberikan keuntungan dalam penghematan biaya operasional jangka panjang. Dengan adanya pemantauan kualitas air secara online, sistem ini memastikan bahwa air limbah yang dihasilkan selalu memenuhi standar lingkungan. Hal ini membantu PT Sari Alam Sukabumi untuk meminimalkan dampak lingkungan negatif dan memenuhi regulasi pemerintah. Sistem IoT ini meningkatkan kemampuan deteksi dini dan penyesuaian otomatis dalam pengolahan air limbah, seperti penyesuaian kadar pH dan kekeruhan air, sehingga mengurangi risiko pencemaran air dan tanah. Secara keseluruhan, sistem ini menawarkan solusi yang lebih efisien untuk pengolahan air limbah di PT Sari Alam Sukabumi, dengan fokus pada keberlanjutan dan pemenuhan regulasi lingkungan.

## REFERENSI

- Arafat. (2016). The overhead headache. *Ilmiah Fakultas Teknik "Technologia,"* 7(4), 262–268.
- [Kementerian Kesehatan Republik Indonesia]. (2011). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Seri Sanitasi Lingkungan Pedoman Teknik Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan (pp. 1–93).
- Miller, R. (2000). Review Essay: The Third Way. In *Political Science* (Vol. 52, Issue 2). [diakses 28 Agustus 2024] <https://doi.org/10.1177/003231870005200207>
- Pamungkas, D., & Rhozman, F. (2021). Rancang Bangun Mesin Press Ampas Kedelai Dengan Sistem Ulir Semi Otomatis. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 1(1), 248–253.
- Rizal Reda. (2018). Buku Ajar Sustainable Manufacturing Tahun-2018. In Penerbit

Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat. Jakarta.

Satmoko, Y. (2016). Pengembangan Sistem Pemantauan Kualitas Air Untuk Memantau Air Limbah Industri Secara Online. *Jurnal Air Indonesia*, 9(1), 89–98.

Susanto, B. M., Atmadji, E. S. J., & Brenkman, W. L. (2018). Implementasi Mqtt Protocol Pada Smart Home Security Berbasis Web. *Jurnal Informatika Polinema*, 4(3), 201–205.