

DIGITALISASI SISTEM MONITORING pH AIR PADA INSTALASI PENGELOLAAN AIR LIMBAH LABORATORIUM BSPJI PALEMBANG SATKER KEMENTERIAN PERINDUSTRIANBERBASIS ANDROID

Fikry Fajryn¹, Herri Setiawan², Dewi Sartika³
fikry.fajryn@yahoo.com¹, herri@uigm.ac.id², dewi.sartika@uigm.ac.id³
Universitas Indo Global Mandiri¹²³

Abstrak

Sistem pengelolaan air limbah merupakan bagian penting dalam menjaga kebersihan dan kualitas lingkungan. Salah satu parameter yang perlu dipantau secara rutin adalah tingkat keasaman atau pH air limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem monitoring pH air limbah yang menggunakan platform Android sebagai antarmuka pengguna. Aplikasi ini juga akan dilengkapi dengan database real-time yang bisa dipantau kapan saja, tarikan laporan serta chat notifikasi yang dapat memberitahu pengguna jika terjadi perubahan drastis pada tingkat pH air limbah. Dalam implementasinya, sistem ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat bagi petugas pengelolaan air limbah agar dapat selalu memonitor tingkat pH air limbah secara real-time melalui perangkat Android mereka, tanpa perlu hadir secara fisik untuk mengambil dan mengukur sample di lokasi pengelolaan. Kondisi ini dapat meningkatkan efisiensi dalam monitoring dan memudahkan pengambilan tindakan serta keputusan jika terjadi perubahan yang signifikan pada pH air limbah. Kesimpulannya, diharapkan dengan adanya digitalisasi sistem monitoring pH air limbah berbasis Android ini, dapat memberikan kontribusi dalam dunia industri, dan meningkatkan efisiensi, efektifitas pengelolaan air limbah, baik dalam pengawasan serta pengendalian terhadap pH air limbah yang dapat dilakukan dengan lebih baik dan responsif.

Kata Kunci: air limbah, arduino uno, pH air.

1. PENDAHULUAN

Sistem monitoring power of Hidrogen (pH) air pada instalasi pengolahan air limbah laboratorium sangat penting untuk menjaga kualitas air dan memastikan bahwa air limbah yang dibuang ke lingkungan telah sesuai dengan standar yang ditetapkan, karena jika air limbah tidak ditreatment dengan baik, maka pH air limbah yang tidak sesuai standar akan merusak sumber air tanah, air sungai, air sumur atau tempat-tempat lain yang dijadikan sebagai pembuangan air limbah. Oleh karena itu, semua industri maupun instansi yang menghasilkan limbah, khususnya menghasilkan limbah cair wajib memiliki monitoring pH air limbah, untuk mengecek kadar pH air limbah yang dihasilkan, apakah air limbahnya sudah memenuhi persyaratan atau tidak.

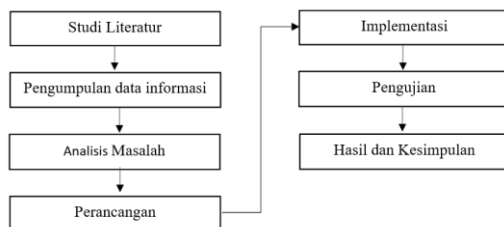
pH meter air limbah wajib memiliki resolusi dan akurasi pengukuran yang tinggi sehingga dapat memenuhi kebutuhan pengukuran pH air limbah dengan tepat. (sumber kompasiana.com). Laboratorium Pengujian Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Palembang telah beroperasi sejak berdirinya lembaga institusi ini yaitu 26 Agustus 1980, dan saat ini digunakan sebagai tempat laboratorium pengujian pencemaran air dan udara, laboratorium

aneka komoditi pangan dan non pangan dan laboratorium lingkungan untuk pabrik, perusahaan, masyarakat, mahasiswa, instansi maupun untuk uji banding sesama lembaga laboratorium pengujian. Laboratorium BSPJI menghasilkan limbah, khususnya limbah cair domestik. Limbah cair domestik ini diolah oleh Instalasi Pengolahan Air Limbah kemudian hasil dari pengolahan ini akan dikumpulkan dalam 1 tempat dan diberikan ikan sebagai indikator notifikasi awal. Ikan di dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah akan menunjukkan secara langsung kondisi air limbah tersebut, misalnya ikan yang sehat menunjukkan bahwa pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah berjalan dengan baik, dan juga sebaliknya jika ikan tersebut mati atau mabuk maka pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah belum berjalan dengan baik. Instalasi Pengolahan Air Limbah di BSPJI Palembang ini dilakukan pengecekan secara rutin per 1 Bulan sekali, sebagai bahan analisa air limbah, pemantauan lingkungan, pelaporan internal maupun eksternal dan perbaikan kualitas air limbah di BSPJI Palembang. Selain digunakan untuk laporan di internal BSPJI Palembang, hasil pemantauan ini juga akan digunakan untuk kebutuhan pihak eksternal contohnya seperti Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK).

Permasalahan limbah cair domestik dari outlet laboratorium BSPJI Palembang sudah memadai hanya saja memerlukan monitoring secara real-time / terus-menerus terutama pada parameter pH yang saat ini nilainya sering berubah-ubah yang membuat ikan didalam kolam sering mabuk dikarenakan pH tinggi, karena jika pH ini nilainya dibawah atau diatas standart yang telah ditetapkan, akan sangat berbahaya dan merusak untuk lingkungan sekitar seperti sumber air tanah, air sungai, sumur atau tempat-tempat lain yang dijadikan sebagai pembuangan air limbah. Semua proses monitoring di BSPJI Palembang saat ini masih dilakukan secara manual dengan pengambilan sample secara langsung ke Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan rentang waktu 1 bulan sekali. Berdasarkan kasus tersebut, maka penulis tertarik membuat suatu alat agar dapat digunakan untuk memantau salah satu parameter yang menjadi standar baku mutu yaitu parameter power of Hidrogen (pH), pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Laboratorium BSPJI Palembang, menggunakan sensor pH serta Modul ESP32 WROOM32 Wifi BLE Development Board sehingga data dapat dilihat dan diterima setiap saat. Dengan adanya data ini pihak analis laboratorium BSPJI Palembang sangat dimudahkan, karena dengan adanya data yang real-time pihak analis dapat menganalisa apa penyebab naik turun nilai pH limbah cair ini kapan saja tanpa harus menunggu petugas sample mengambil sample uji dan juga petugas laboratorium bisa mengecek dengan mudah kapan air limbah cair ini bisa dibuang ke lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdapat beberapa Langkah-langkah yang dilakukan. Langkah-langkah ini mengikuti tahapan-tahapan yang ada pada SDLC dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian.

A. Studi Literatur

Tahap pengumpulan data berdasarkan sumber-sumber literatur seperti jurnal, buku, artikel, e-book, paper, makalah maupun situs web di internet yang berhubungan dengan pembuatan digitalisasi sistem monitoring pH air pada Instalasi Pengolahan Air Limbah ini.

a. Observasi

Pengumpulan data melalui pengamatan dan pencatatan terhadap objek penelitian secara langsung pada Laboratorium BSPJI Palembang yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran mengenai penelitian yang akan dibuat.

b. Wawancara

Wawancara digunakan untuk melakukan pengumpulan data berupa sebuah tanya jawab yang dilakukan secara langsung dengan pegawai BSPJI Palembang terutama kepada PIC Laboratorium seperti petugas pengambil contoh (PPC), Analis, Penyelia dan koordinator laboratorium BSPJI Palembang yang berhubungan dengan penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di Instalasi dan Pengelolaan Air Limbah Laboratorium dan Lingkungan Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Palembang yang merupakan salah satu unit kerja Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. Hasil dan pembahasan dalam bab ini memberikan gambaran tentang temuan penelitian yang diperoleh dari analisis data yang telah dikumpulkan. Penelitian dilakukan pada tanggal 08 Mei sampai 30 Juni 2023. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode survei yang bersifat deskriptif dengan pengambilan langsung beberapa jenis sampel air limbah untuk dilakukan pengujian, pengukuran dan perbandingan antara alat yang telah dibuat dengan pH meter portable standar yang ada dipasaran serta peralatan pH meter yang ada di laboratorium BSPJI Palembang. Sebelum digunakan, Sensor pH dikalibrasi terlebih dahulu.

A. Hasil Pengumpulan Data

Hasil pengumpulan data dari penelitian pembuatan digitalisasi sistem monitoring ph air pada instalasi pengelolaan air limbah laboratorium BSPJI Palembang pada satuan kerja Kementerian Perindustrian Republik Indonesia berbasis android, membutuhkan beberapa komponen dasar seperti :

- Platform Open Source ini yang dirancang untuk membuat dan mengembangkan berbagai proyek elektronik. Arduino board, Internet of Things (IoT) ESP32/ESP8266 board memiliki beberapa fungsi seperti pengendali perangkat, sebagai mikrokontroler, pembacaan / pemrosesan data, komunikasi antar perangkat dan sebagai pengembangan prototipe.
- Penelitian ini memerlukan modul pH khusus yang biasanya dilengkapi dengan sensor pH dan papan antarmuka.
- Sensor pH terhubung ke modul pH/Arduino/IoT dan bertanggung jawab untuk mengukur pH dalam air.

- d. Sensor suhu terhubung ke modul Arduino/IoT dan bertanggung jawab untuk mengukur suhu dalam air.
- e. Liquid Crystal Display (LCD) ini akan menampilkan nilai sensor pH yang diukur yang datanya dikirimkan dari modul IoT.
- f. Kabel jumper dan Breadboard digunakan untuk menghubungkan komponen secara fisik.
- g. Aplikasi Cloud Firebase digunakan sebagai media realtime database, dimana data yang masuk dari hasil pengukuran sensor pH air dan sensor suhu yang dikirimkan oleh modul Arduino dan IoT, setelah masuk di aplikasi firebase selanjutnya data bisa dimunculkan dan ditampilkan pada halaman muka aplikasi androidnya.
- h. Aplikasi Arduino IDE, aplikasi ini akan digunakan untuk untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode program yang berisi perintah-perintah ke board Arduino/Board IoT.
- i. Aplikasi MIT App Inventor, aplikasi ini akan digunakan untuk membuat dan mengembangkan aplikasi tampak muka yang berbasis android hasil dari pembacaan sensor pH dan sensor suhu.
- j. Aplikasi BOT WhatsApp, aplikasi ini akan digunakan untuk mengirimkan notifikasi chat dari BOT Whatsapp ketika nilai pH air dibawah maupun diatas standar yang sudah ditentukan.
- k. Aplikasi Google Spreadsheet, aplikasi digunakan tempat media penampungan pencatatan data dari pembacaan sensor pH dan sensor suhu. Data yang masuk di dalam google spreadsheet nantinya bisa didownload dari aplikasi android sebagai output hasil laporan.
- l. Sample air, air limbah, air minum yang nantinya digunakan sebagai pengetesan pengukuran pH dan suhu air, apakah alat yang dibuat sudah berfungsi dengan benar.
- m. pH meter portable standar yang digunakan sebagai media alat pembanding hasil pengukuran sample yang diuji.
- n. pH meter laboratorium Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Palembang yang digunakan sebagai media alat pembanding pengukuran sample yang diuji.

B. Analisa Masalah

Hasil analisis dari hasil penelitian yang dilakukan dalam pembuatan alat digitalisasi sistem monitoring ph air pada instalasi pengelolaan air limbah laboratorium BSPJI Palembang satuan kerja Kementerian Perindustrian berbasis android melibatkan penggunaan sensor pH yang terhubung ke board Arduino dan board IoT. Sensor pH ini akan mendeteksi tingkat keasaman atau kebasaaan (pH) dalam air yang diuji dan mengirimkan data ke board Arduino dan board IoT. Kemudian dari Board Arduino dan Board IoT akan memproses data tersebut dan

menampilkan hasil pengukuran pH pada layar LCD serta melalui output lainnya, seperti ke cloud firebase, google spreadsheet dan memunculkan data pengukuran ke aplikasi android. Beberapa point penting yang perlu diperhatikan dalam analisis pH air:

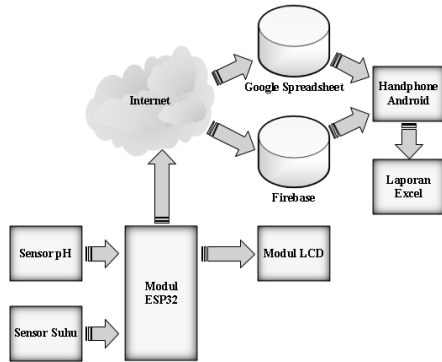
- a. Kalibrasi Sensor pH : Sensor pH perlu dikalibrasi sebelum digunakan. Ini melibatkan penggunaan larutan standar pH yang diketahui nilainya untuk mengatur sensor agar memberikan hasil yang akurat. Proses kalibrasi ini harus dilakukan secara berkala untuk memastikan ketepatan pengukuran. Harap diingat bahwa hasil analisis pH air yang akurat memerlukan metode kalibrasi yang tepat, penggunaan sensor yang baik, dan pemahaman yang mendalam tentang pengukuran pH. Saya sarankan untuk menggunakan sumber daya dan panduan yang sesuai serta berkonsultasi dengan ahli atau spesialis terkait untuk mendapatkan informasi lebih lanjut dan hasil analisis pH air yang akurat.
- b. Rentang Pengukuran pH : Perhatikan rentang pengukuran pH yang dimiliki oleh sensor pH yang digunakan. Pastikan rentang tersebut sesuai dengan kebutuhan aplikasi Anda. Beberapa sensor pH memiliki rentang pengukuran yang lebih luas, sementara yang lainnya mungkin lebih terbatas.
- c. Stabilitas dan Presisi : Pastikan sensor pH yang digunakan stabil dan memiliki tingkat presisi yang baik. Sensor pH yang baik akan memberikan pengukuran yang konsisten dan akurat dari waktu ke waktu.
- d. Pengolahan Data : Setelah mendapatkan data pengukuran pH dari sensor, perlu untuk memprosesnya melalui board Arduino dan board IoT. Proses ini melibatkan penggunaan kode program yang sesuai untuk mengkonversi data mentah menjadi nilai pH yang dapat dibaca dan dimengerti.
- e. Tingkat Kebersihan : Penting untuk menjaga kebersihan sensor pH dan peralatan lainnya yang digunakan dalam analisis pH air. Kontaminasi atau kotoran dapat mempengaruhi akurasi pengukuran. Pastikan sensor dan peralatan terjaga kebersihannya dan dilakukan pembersihan secara berkala.
- f. Kondisi Lingkungan : Selain itu, dalam analisis pH air, Anda juga perlu mempertimbangkan kondisi lingkungan tempat pengukuran, seperti suhu, kelembaban, dan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi pH air.

C. Perancangan

Dalam perancangan penelitian digitalisasi sistem monitoring ph air pada instalasi pengelolaan air limbah laboratorium Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Palembang satuan kerja Kementerian Perindustrian berbasis android melibatkan beberapa komponen dan langkah-langkah, Sehingga dalam proses pembuatan dan penelitian mendapatkan hasil sesuai yg diharapkan sehingga hasil dari penelitian ini bisa bermanfaat bagi penggunanya, adapun untuk komponen-komponen dan langkah-langkah yang dibutuhkan sebagai berikut :

a. Pembuatan diagram alur

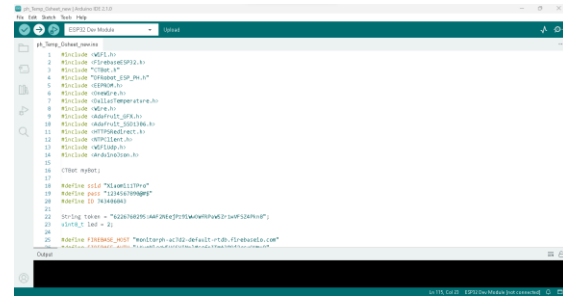
Membuat diagram alur alat sangat dibutuhkan dalam perancangan sebuah alat atau sistem karena memiliki beberapa manfaat sebagai media visualisasi konsep, pengorganisasian komponen, identifikasi masalah, pengembangan dan kolaborasi serta sebagai media dokumentasi. Adapun untuk diagram alur dalam pembuatan di penelitian ini terlihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Diagram alur proses alat digitalisasi sistem monitoring ph air

b. Pembuatan koding pada modul Arduino dan IoT (Internet of Thinks)

Tujuan dari pembuatan koding pada perangkat/modul Arduino dan IoT sebagai media perintah untuk kontrol perangkat yang memungkinkan mengendalikan perilaku perangkat Arduino dan IoT yang sudah dibuat. Dengan menggunakan koding yang sudah diinject kedalam perangkat Arduino dan IoT, Perangkat dapat menjalankan operasi yang sudah kita tentukan, merespons input dari sensor dan mengirimkan data ke perangkat penerima selanjutnya seperti database, LCD, google spreadsheets dan android. Pembuatan koding untuk modul Arduino dan IoT dalam penelitian ini memakai aplikasi Arduino IDE dimana aplikasi ini biasa digunakan untuk inject koding-koding perintah ke perangkat smart device, Arduino dan IoT, adapun dokumentasi dalam pembuatan koding ini bisa dilihat pada Gambar 3 dan kami lampirkan juga koding lengkap nya dalam berkas lampiran.



Gambar 3. Perancangan pembuatan koding di aplikasi Arduino ide

c. Pembuatan Aplikasi Android

Tujuan pembuatan aplikasi Android dalam penelitian digitalisasi sistem monitoring ph air pada instalasi pengelolaan air limbah laboratorium Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Palembang satuan kerja Kementerian Perindustrian berbasis android adalah untuk memberikan antar muka pengguna yang intuitif dan mudah digunakan, untuk memantau pH air limbah yang dikendalikan oleh sensor pH dan modul IoT. Beberapa tujuan khususnya adalah:

- A. Aplikasi antarmuka Android ini dibuat sesimpel dan semudah mungkin untuk dibaca dan digunakan oleh pengguna atau user.
- B. Pembacaan dan Pemantauan secara Real-time, karena aplikasi android ini dapat menerima data pH yang dikirim dari Board Arduino dan IoT dan menampilkan pembacaan pH secara real-time pada layar ponsel atau tablet android. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memantau perubahan pH secara langsung dan mengambil tindakan yang diperlukan.
- C. Sebagai media penarikan laporan pemantauan pH dan suhu air, karena aplikasi ini telah disediakan penarikan data laporan hasil rekaman pemantauan setiap jam yang datanya sudah disinkronkan dengan layanan google spreadsheet. Hal ini memungkinkan pengguna untuk melacak sejarah pengukuran, atau melakukan analisis lebih lanjut terhadap data pH dan suhu yang telah terkumpul.
- d. Aplikasi Android ini bisa dilakukan pengembangan dimana dapat memanfaatkan fitur-fitur ponsel seperti notifikasi, pengaturan alarm, atau integrasi dengan platform lain seperti WhatsApp atau Telegram. Hal ini memungkinkan pengguna menerima pemberitahuan atau melakukan tindakan berdasarkan pembacaan pH tertentu.

Menggunakan aplikasi Android sebagai antarmuka, pengguna dapat dengan mudah mengontrol dan memantau kualitas nilai pH air limbah dengan cara yang lebih intuitif dan praktis. Aplikasi ini meningkatkan fungsionalitas, keterjangkauan, dan kemudahan penggunaan pH meter untuk berbagai keperluan pemantauan seperti untuk laboratorium, atau kebutuhan industri. Pembuatan desain tampak muka android yang dilakukan dalam penelitian ini

menggunakan aplikasi MIT App Inventor dimana MIT App Inventor adalah platform pengembangan aplikasi visual yang memungkinkan pemula atau non-programmer untuk membuat aplikasi Android secara visual dengan menggunakan blok pemrograman visual. Platform ini dikembangkan oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT) dan dirancang untuk memudahkan orang yang tidak memiliki pengalaman pemrograman untuk membuat aplikasi mobile yang interaktif dan fungsional. Terlampir pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Perancangan pembuatan aplikasi android

D. Implementasi

Implementasi pada penelitian ini terbagi menjadi 3 bagian yaitu perangkat keras (Hardware), perangkat lunak (software) dan pengguna:

a. Perangkat Keras (Hardware)

Spesifikasi perangkat keras dalam hal ini adalah Komputer/Laptop dengan spek medium, Analog sensor pH / meter kit, Oled LCD Display, Kabel USB, Modul Arduino, ESP8266 / ESP32 Wroom32 Wifi BLE Development Board/IoT, Box anti air, Hp Android dan kebutuhan peralatan pendukung lain dalam merangkai dan mengintegrasikan peralatan monitoring pH ini.

b. Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak / Software yang dibutuhkan dalam perancangan sistem dan peralatan monitoring pH limbah cair ini yaitu Aplikasi MIT App Inventor sebagai media koding untuk pembuatan aplikasi android, Aplikasi Arduino Ide sebagai media koding untuk mengisi perintah pada modul Arduino, ESP8266 /ESP32, Aplikasi Firebase dan google drive spreadsheet sebagai media untuk cloud database, dan software pendukung lainnya.

c. Pengguna

Pengguna dibutuhkan untuk pengoperasian dan penggunaan data yang dihasilkan dari sistem dan peralatan monitoring pH air limbah ini.

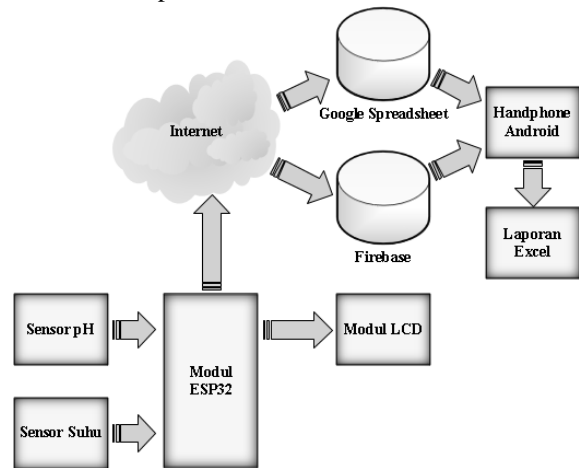
E. Hasil Impelemtasi

Tahapan dari struktur perancangan yang telah dibuat, selanjutnya desain- desain tersebut akan di implementasikan sebagai berikut.

1. Flow Proses cara kerja alat

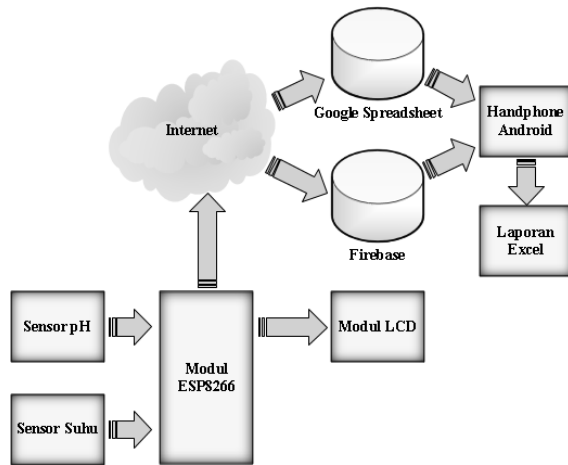
Flow Proses dari alat digitalisasi sistem monitoring pH air pada instalasi pengelolaan air limbah laboratorium BSPJI Palembang Satuan Kerja Kementerian Perindustrian berbasis android terbagi menjadi 3 versi:

- a. Versi pertama ini merupakan implementasi hasil penelitian awal dengan menggunakan modul IoT ESP32 untuk mikrokontroller dan IoT nya dimana dalam prosesnya, mengalami kendala pada proses kalibrasi sensor pH dan pengiriman data dari modul IoT ESP32 ke Google Spreadsheet, dimana data hanya bisa dikirimkan sebanyak 3 (tiga) kali, setelah itu data tidak terkirim, harus dilakukan restart perangkat baru bisa mengirimkan data kembali, dan itupun tetap hanya bisa mengirimkan data sebanyak 3 (tiga) kali, untuk flow proses rangkaian dan cara kerja alat versi awal/pertama ini bisa dilihat pada Gambar 5.



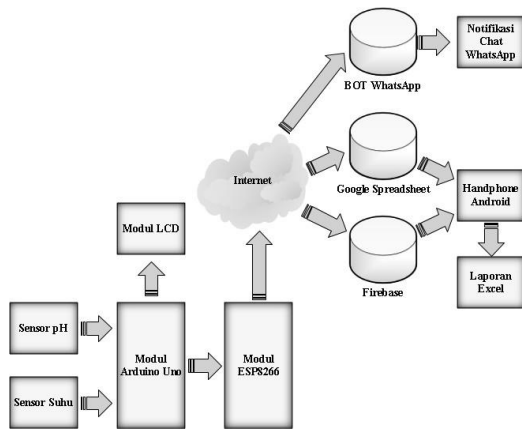
Gambar 5. Flow Proses alat digitalisasi sistem monitoring ph air (Awal)

- b. Versi kedua ini implementasi selanjutnya dimana versi ini merupakan hasil pencarian solusi dari masalah dan perbaikan dari versi sebelumnya dengan menggunakan modul IoT ESP8266 untuk mikrokontroller dan IoT nya dimana dalam prosesnya, Permasalahan mengenai pengiriman data dari modul IoT ESP32 ke Google Spreadsheet sudah mendapatkan solusi dan bisa teratasi, sehingga data bisa dikirimkan secara update dan terus menerus ke Google Spreadsheet, Tetapi untuk permasalahan mengenai kalibrasi sensor pH masih terkendala dan belum mendapatkan solusi, Sehingga perlu dilakukan perubahan serta pencarian model rangkaian agar alat yang dibuat ini bisa berjalan dengan lancar dan sesuai dengan tujuan penelitian. Flow proses rangkaian dan cara kerja alat versi kedua ini bisa dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Flow Proses alat digitalisasi sistem monitoring ph air (Rev 2)

- c. Versi ketiga ini merupakan hasil pencarian solusi dari masalah dan perbaikan dari versi-versi sebelumnya, Versi ketiga ini dilakukan penambahan modul Arduino untuk proses awalnya setelah sensor pH dan sensor suhu. Permasalahan mengenai pengiriman data dari modul IoT ke Google Spreadsheet maupun proses kalibrasi sensor suhu sudah bisa teratasi, Sehingga alat penelitian yang dibuat ini bisa berjalan dengan lancar dan sesuai dengan tujuan penelitian, Bahkan pada rangkaian ini ditambahkan fitur notifikasi Bot chat WhatsApp yang otomatis mengirimkan pesan ke WhatsApp jika nilai pH air mengalami ketidaksesuaian standar yang telah ditentukan untuk dilakukan penanganan perbaikan oleh petugas. Flow proses rangkaian dan cara kerja alat versi ketiga ini bisa dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Flow Proses alat digitalisasi sistem monitoring ph air (Rev 3)

2. Antar Muka Aplikasi Android

Menu utama halaman muka/depan terdiri dari judul aplikasi, nilai pH meter yang muncul dari hasil sensor, temperature air, keterangan standar nilai ambang batas atas dan ambang batas bawah pH air limbah domestik yang diperbolehkan dalam Peraturan

Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Republik Indonesia Nomor P.68/MenLhk-Setjen/2016 serta tombol download untuk tarikan laporan monitoring dari pH dan suhu pada air limbah. Tampilan halaman antar muka aplikasi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Halaman antar muka aplikasi android

3. Tampilan Tarikan Laporan

Tarikan laporan dalam bentuk Google Spreadsheet dengan format Microsoft Excel bisa diunduh dari aplikasi Android. Laporan ini berisi rekaman data dari nilai pH dan suhu air yang masuk. Data ini digunakan petugas analis untuk menganalisa penyebab dan pencarian solusi perbaikan serta pencegahan agar tidak terulang kembali kondisi perubahan nilai pH air limbah yang tidak sesuai standar. Tampilan laporan monitoring pH air ini bisa dilihat pada gambar 9.

	A	B	C	D	E
1	Tanggal	Deskripsi	pH Air	Suhu Air	
2	2023-07-01 12:54:08	MonitoringPh	7.40	30.19	
3	2023-07-01 12:54:02	MonitoringPh	7.37	30.13	
4	2023-07-01 12:53:57	MonitoringPh	7.40	30.19	
5	2023-07-01 12:53:52	MonitoringPh	7.40	30.19	
6	2023-07-01 12:53:46	MonitoringPh	7.43	30.13	
7	2023-07-01 12:53:41	MonitoringPh	7.46	30.19	
8	2023-07-01 12:53:36	MonitoringPh	7.40	30.19	
9	2023-07-01 12:53:31	MonitoringPh	7.46	30.19	
10	2023-07-01 12:53:26	MonitoringPh	7.37	30.25	
11	2023-07-01 12:53:20	MonitoringPh	7.46	30.19	
12	2023-07-01 12:53:14	MonitoringPh	7.46	30.19	
13	2023-07-01 12:53:08	MonitoringPh	7.43	30.19	
14	2023-07-01 12:53:00	MonitoringPh	7.43	30.19	
15	2023-07-01 12:52:54	MonitoringPh	7.43	30.19	
16	2023-07-01 12:52:47	MonitoringPh	7.43	30.25	
17	2023-07-01 12:52:41	MonitoringPh	7.43	30.19	

Gambar 9. Tarikan laporan yang bisa diunduh dari aplikasi android

4. Tampilan Notifikasi WhatsApp (WA)

Tujuan dari dibuatnya sistem chat notifikasi WA yang dapat mengirimkan pesan secara otomatis ketika adanya perubahan drastis pada tingkat nilai pH air limbah, baik ketika kualitas nilai pH air diatas maupun ketika nilai pH air dibawah standar yang telah ditentukan, Petugas pengelolaan air limbah bisa segera melakukan pengambilan tindakan serta keputusan untuk memperbaiki kualitas air limbah tersebut. Terlampir pada gambar 4.9 tampilan chat notifikasi yang masuk ketika adanya perubahan kualitas nilai pH air limbah dibawah maupun diatas standar yang sudah ditentukan. Chat notifikasi ini akan terus mengirimkan pesan ke WhatsApp secara terus menerus selagi kualitas nilai pH air limbah tersebut belum ada perubahan, Baik nilainya masih diatas atau dibawah standar yang telah ditentukan, Tetapi jika nilai kualitas pH air limbah itu sudah di posisi normal atau diambang nilai standart yang telah ditentukan maka chat notifikasi WA ini akan berhenti atau tidak mengirimkan pesan notifikasi ke chat WhatsApp secara otomatis.

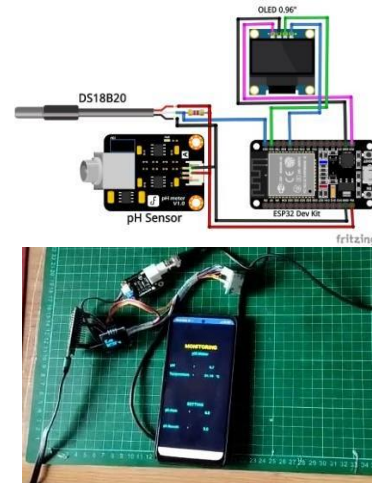
Gambar 10. Tampilan chat notifikasi WhatsApp



5. Rangkaian

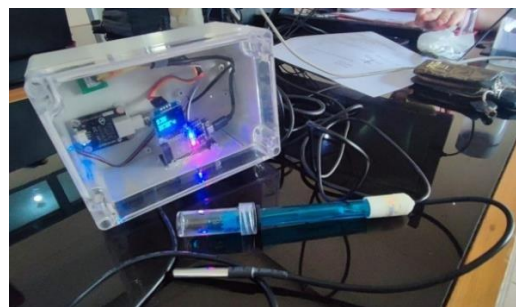
Rangkaian dalam penelitian ini terbagi menjadi 3 (tiga) dikarenakan dalam penelitian ini mengalami beberapa kendala sehingga penelitian ini dilakukan perbaikan-perbaikan beberapa kali sampai didapatkan rangkaian yang pas dan sesuai dengan tujuan penelitian, adapapun beberapa rangkaian tersebut sebagai berikut:

- a. Berikut adalah hasil dari rancangan ke 1 (Satu) dari alat digitalisasi sistem monitoring ph air pada instalasi pengelolaan air limbah, Terlampir pada gambar 4.10, dimana rancangan awal ini mengalami beberapa kendala yaitu tidak bisa melakukan kalibrasi sensor pH dan IoT hanya bisa mengirimkan data ke google spreasheet sebanyak 3 (tiga) kali.



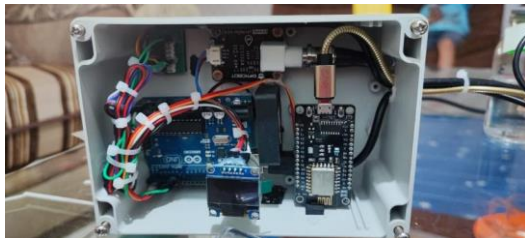
Gambar 11. Hasil Rangkaian ke 1 (pertama) Sensor pH

- b. Berikut adalah hasil dari rancangan ke 2 (dua) dari alat digitalisasi sistem monitoring ph air pada instalasi pengelolaan air limbah, Terlampir pada gambar 4.11, dimana rancangan kedua ini modul IoT diganti dari modul ESP32 diganti ke modul ESP8266 dimana dengan pergantian komponen ini modul IoT sudah bisa mengirimkan data ke google spreasheet dengan lancar, Hanya saja masih ada 1 kendala yaitu proses kalibrasi sensor pH masih belum bisa dilakukan, sehingga perlu dilakukan pencarian solusi selanjutnya.



Gambar 12 Hasil Rangkaian ke 2 (dua)

- c. Berikut adalah hasil dari rancangan ke 3 (dua) dari alat digitalisasi sistem monitoring pH air pada instalasi pengelolaan air limbah, Terlampir pada gambar 4.12, dimana rancangan ketiga ini ditambahkan modul Arduino didepan sebelum modul IoT ESP8266 dimana dengan adanya penambahan komponen modul Arduino ini semua permasalahan di versi sebelumnya bisa teratasi dan berjalan dengan lancar sesuai dengan tujuan penelitian.



Gambar 13. Hasil Rangkaian ke 3 (Final)

d. Black Box Testing

Metode pengujian yang akan digunakan untuk menguji aplikasi adalah metode pengujian black-box. Pangujian black-box berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak. Pengujian pada Black Box berusaha menemukan kesalahan seperti:

- a. Fungsi-fungsi yang tidak benar atau hilang
- b. Kesalahan interface
- c. Kesalahan dalam struktur data atau akses database
- d. Kesalahan kinerja
- e. Inisialisasi dan kesalahan fungsi

Rencana pengujian black box dapat dilihat pada tabel 1.

No	Action	Expected Results	Actual Results
1	Ketika Sensor pH dimasukan kedalam Sample air, sensor dapat mengukur pH air	Nilai pH air muncul di layar LCD dan aplikasi android secara bersamaan	(Sukses) Berhasil muncul nilai dilayar LCD dan Layar Android tanpa delay
2	Ketika Sensor suhu dimasukan kedalam Sample air, sensor dapat mengukur suhu air	Nilai suhu air muncul di layar LCD dan aplikasi android secara bersamaan	(Sukses) Berhasil muncul nilai dilayar LCD dan Layar Android tanpa delay
3	Ketika sensor pH dimasukan kedalam sample air nilai pH otomatis tersimpan di database	Ketika sensor pH dimasukan kedalam sample air nilai pH otomatis tersimpan di google drive spreadsheet	(Sukses) Berhasil Nilai pH berhasil tersimpan dalam google drive spreadsheet
4	Ketika sensor suhu dimasukan kedalam sample air nilai suhu otomatis tersimpan di database	Ketika sensor suhu dimasukan kedalam sample air nilai suhu otomatis tersimpan di google drive spreadsheet	(Sukses) Berhasil Nilai suhu berhasil tersimpan dalam google drive spreadsheet
5	Ketika menekan tombol download laporan pada layar android maka rekap laporan segera	Ketika menekan tombol download laporan pada layar android maka rekap laporan segera terbuka	(Sukses) Berhasil rekap laporan berhasil terbuka dan bisa didownload

F. Pengujian

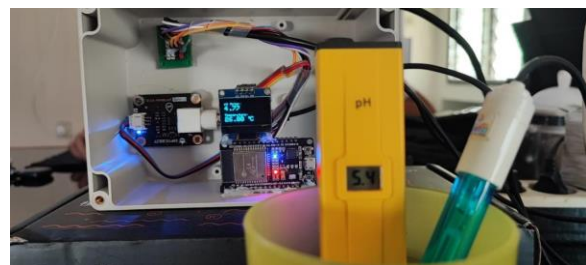
Tujuan dilakukannya pengujian adalah untuk mengetahui apakah aplikasi telah berjalan sesuai dengan sasaran pembuatan, yaitu menguji apakah

implementasi dari perangkat lunak dan keras ini telah berjalan dengan baik dan akurat atau tidak.

1. Pengujian dan perbandingan Alat Sensor pH air yang dibuat dengan pH meter portable standar yang ada dipasaran.

Tahapan pertama yang akan dilakukan adalah pengujian menggunakan 5 sample air limbah yang berbeda dengan membandingkan nilai hasil yang didapat antara alat Sensor pH meter yang dibuat dengan alat pH meter portable standar yang ada dipasaran, terlampir proses pengujian dan perbandingan sensor pH pada Gambar 14 dan hasil pengujian terlampir pada Tabel 2.

Gambar 14. Perbandingan uji alat sensor pH dengan pH Meter Portabel



Tabel 2. Hasil pengujian sample menggunakan sensor pH dengan pH meter portable.

No	Tanggal	Jam	Nama Sample	Sensor pH	pH Meter Biasa	Error	Square Error
1	06 Juni 2023	09:15	Sample 1	4.77	5.4	-0.63	0.397
2	06 Juni 2023	09:16	Sample 1	4.75	5.8	-1.05	1.103
3	06 Juni 2023	09:17	Sample 2	10.12	9.1	1.02	1.040
4	06 Juni 2023	09:18	Sample 2	10.07	9.5	0.57	0.325
5	06 Juni 2023	09:20	Sample 3	6.75	8.4	-1.65	2.723
6	06 Juni 2023	09:21	Sample 3	6.72	5.6	1.12	1.254
7	06 Juni 2023	09:22	Sample 4	7.75	6.2	1.55	2.403
8	06 Juni 2023	09:23	Sample 4	7.90	5.50	2.40	5.760
9	06 Juni 2023	09:24	Sample 5	8.81	7.1	1.71	2.924
10	06 Juni 2023	09:25	Sample 5	8.85	7.4	1.45	2.103
Total							20.031
Jumlah Pengetesan							10
Average Square Error							2.003

Tabel 2 menjelaskan perbandingan dan pengujian 5 (lima) sample sebanyak 10 (sepuluh) kali pengukuran pH air limbah (untuk 1 sample dilakukan pengukuran sebanyak 2 kali) antara alat sensor pH yang dibuat dengan ph meter portable standar, dimana hasil dari perbandingan dan pengujian ini terdapat Average Square Error sebesar 2.003 dimana nilai ini menurut standard IEC No.13b-23 sangat jauh dari batas toleransi yang baik yaitu tidak lebih dari 0.05.

2. Pengujian dan perbandingan Alat Sensor pH air yang dibuat dengan pH meter Laboratorium BSPJI Palembang.

Tahapan kedua adalah pengujian menggunakan 5 sample air limbah yang berbeda dengan membandingkan nilai hasil yang didapat antara alat Sensor pH meter yang dibuat dengan alat pH laboratorium Balai Standardisasi dan Pelayanan dan Jasa Industri (BSPJI) Palembang yang sudah sesuai

standar dan selalu dikalibrasi secara rutin, terlampir proses pengujian dan perbandingan sensor pH pada Gambar 15 dan hasil pengujian terlampir pada Tabel 3.



Gambar 15. Pengujian Sensor pH dengan Alat Laboratorium

Tabel 3. Hasil pengujian sample menggunakan sensor pH dengan pH meter Lab

No	Tanggal	Jam	Nama Sample	Sensor pH	pH Meter Lab	Error	Square Error
1	07 Juni 2023	11:05	Sample 1	7.81	7.82	-0.01	0.000
2	07 Juni 2023	11:06	Sample 1	8.16	8.18	-0.02	0.000
3	07 Juni 2023	11:07	Sample 2	7.55	7.59	-0.04	0.002
4	07 Juni 2023	11:08	Sample 2	7.68	7.72	-0.04	0.002
5	07 Juni 2023	11:09	Sample 3	8.08	8.12	-0.04	0.002
6	07 Juni 2023	11:10	Sample 3	7.53	7.55	-0.02	0.000
7	07 Juni 2023	11:11	Sample 4	7.82	7.88	-0.06	0.004
8	07 Juni 2023	11:12	Sample 4	6.87	6.92	-0.05	0.002
9	07 Juni 2023	11:13	Sample 5	6.92	6.99	-0.07	0.005
10	07 Juni 2023	11:14	Sample 5	7.79	7.81	-0.02	0.000
Total							0.017
Jumlah Pengetesan							10
Average Square Error							0.002

Tabel 3 menjelaskan hasil dari perbandingan dan pengujian 5 (lima) sample air limbah yang berbeda, Sebanyak 10 (sepuluh) kali pengukuran pH air limbah (untuk 1 sample dilakukan pengukuran sebanyak 2 kali) antara alat sensor pH yang dibuat dengan alat pH Laboratorium BSPJI Palembang, Pengujian yang telah dilakukan mendapatkan hasil uraian data yang dapat dilihat pada Tabel 2 di. Uraian data dari hasil pengukuran ini terdapat Average Square Error sebesar 0,002 dimana nilai ini menurut standard IEC No.13b-23 masih dalam batas toleransi yang baik yaitu tidak lebih dari 0.05. Hal ini menyatakan bahwa alat menghasilkan data yang valid.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari kesimpulan yang dapat diambil dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan alat pengukur pH air limbah berbasis digital ini memungkinkan penggunaan teknologi yang terjangkau dan dapat diprogram untuk memantau dan mengukur tingkat pH dalam air limbah. Dengan menggunakan sensor pH dan board IoT / Arduino, pengguna dapat memperoleh data pH yang akurat secara real-time kapan saja dan dimana saja sehingga memudahkan pengguna ataupun analis laboratorium dalam meningkatkan efisiensi, efektifitas pengelolaan air limbah, baik dalam pengawasan serta pengendalian terhadap pH air limbah yang dapat dilakukan dengan lebih baik dan responsif.

2. Dengan menggunakan digitalisasi menggunakan modul board IoT / Arduino, pengguna dapat mengotomatisasi proses pengukuran pH air limbah dan mengontrol tindakan yang tepat berdasarkan nilai pH yang terdeteksi. Misalnya, ketika nilai pH melebihi ambang batas yang telah ditentukan, perangkat ini dapat menginformasikan dengan memberikan notifikasi sehingga petugas atau analis laboratorium bisa segera mengambil tindakan pengendalian untuk meminimalkan dampak terhadap lingkungan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- 442, ACUERDO número et al. 2022. "Perancangan PH Meter Dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino." *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer* 1(1): 9. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jitter/article/download/86231/44853>.
- Abimanyu, Dhimas et al. 2021. "Rancang Bangun Alat Pemantau Kadar PH, Suhu Dan Warna Pada Air Sungai Berbasis Mikrokontroler Arduino." *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia* 1(6): 235–42.
- Samsugi, Selamat, Zainabun Mardiyansyah, and Andi Nurkholis. 2020. "Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno." *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam* 1(1): 17.
- SHOLEHAH, HIJRIATI et al. 2022. "Pembuatan Sistem Jaringan Instalasi Pengolahan Air Limbah Laboratorium Lingkungan." *COMMUNITY: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1(2): 113–18.
- Syarifuddin, Iwansyah, Ellysa, Diah Rahmawati, and Alpiana Alpiana. 2018. "RANCANG BANGUN PERALATAN DAN PROSES PENGOLAHAN PENDAHULUAN Pelaksanaan Pembangunan Yang Mempunyai Wawasan Lingkungan Hidup Tidak Terlepas Dari Adanya Tindak Lanjut Sarana Dan Prasarana Pengelolaan Lingkungan . Pelayanan Di Bidang Jasa Pengujian Laboratori." *Jurnal Ulul Albab* 22(5): 886–96.
- Yoga, I Putu et al. 2022. "Perancangan PH Meter Dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino." *Information Technology Study Program, Faculty of Engineering, Udayana University* Study Program, Faculty of Engineering, Udayana University.
- Yuni, and Sugiati. 2012. "Analisis Dan Perancangan UML (Unified Modeling Language)."
- Hidayatullah, P & Khawistara, J. K. 2015. "Pemrograman Web." Bandung: Informatika Bandung.

- A. S., Rosa dan Shalahuddin, M. (2013). *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Bandung: Informatika. Hlm.26, 30-34, 38-39, 117- 118.
- H. R. Fajrin, U. Zakiiyah, and K. Supriyadi, “Alat Pengukur Ph Berbasis Arduino,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, 2020, doi:10.18196/ mt.010207.
- K. D. Komang Try Wiguna Adhitya Primantara, Putu Wira Bhuana, “Water and Air Quality Monitoring System based on the Internet of Things,” *LONTAR Komput.*, vol. 12, no. 3, pp. 151–162, 2021, doi: 10.24843/LKJITI.2021.v12.i03.p03.
- A. Dharmadi and D. M. Sri Arsa, “Studi Pustaka Sistem Pemantauan Jaringan Distribusi Air Publik berbasis Internet of Things (IoT),” *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, vol. 8, no. 1, p. 54, 2020, doi: 10.24843/jim.2020.v08.i01.p06.
- I. Nur, “Pengendalian Sirkulasi Dan Pengukuran Ph Air Pada Tambak Udang Berbasis Arduino,” *Skripsi Univ. Islam Negeri Alauddin Makassar*, hal. 13, 2017.
- Fakhruzzaini, M., & Aprilianto, H. (2017). *Sistem Otomatisasi Pengontrolan Volume Dan PH Air Pada Hidroponik*. *Jutisi*, 6, 1335–1344.
- Mujadin, A., Astharini, D., & Octarina, N. S. (2017). *Prototipe Pengendalian pH dan Elektro Konduktivitas Pada Cairan Nutrisi Tanaman Hidroponik*. *Jurnal ALAZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 4(1), 2–7.
- Mario Orlando, Desta Yolanda, & Werman Kasoep. (2020). *Sistem monitoring dan penjernihan air berdasarkan derajat keasaman (pH) dan kekeruhan pada bak penampungan air berbasis internet of things*. *Chipset*, 1(01), 17–22. <https://doi.org/10.25077/chipset.1.01.17-22.2020>.
- Rizzo, A., Bresciani, R., Martinuzzi, N., & Masi, F. (2020). *Online monitoring of a long-term fullscale constructed wetland for the treatment of winery wastewater in Italy*. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/app10020555>.
- Yudo, S. (2018). *Pengembangan sistem pemantauan kualitas air untuk memantau air limbah industri secara online*. *Jurnal Air Indonesia*, 9(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v9i1.2478>.
- Syafiqoh, U., Sunardi, S., & Yudhana, A. (2018). *Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian*. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 3(2), 285–289. <https://doi.org/10.30591/jpit.v3i2.878>
- Andri T.R, & Hardiani, H. (2020). *Online Monitoring of Effluent Quality for Assessing the Effect of Wastewater Treatment Plant*. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 12(1), 7–19. <https://doi.org/https://10.21771/jrtppi.2021.v12.no1.p7-19>.