



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**OPTIMALISASI SISTEM PENGUKURAN AIR ASAM  
TAMBANG PT. PAMAPERSADA NUSANTARA  
MENGUNAKAN *pH METER DIGITAL*  
DAN TEKNOLOGI *LORA***

**“PEMANTAUAN REAL TIME KUALITAS AIR ASAM  
TAMBANG MELALUI INTEGRASI TEKNOLOGI *LoRa*  
dengan *pH METER DIGITAL*”**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Diploma Tiga**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA  
JULIARTA BR BANCIN**

**2103321057**

**PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2024**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**OPTIMALISASI SISTEM PENGUKURAN AIR ASAM  
TAMBANG PT. PAMAPERSADA NUSANTARA  
MENGUNAKAN *pH METER DIGITAL*  
DAN TEKNOLOGI *LORA***

**“PEMANTAUAN REAL TIME KUALITAS AIR ASAM  
TAMBANG MELALUI INTEGRASI TEKNOLOGI *LoRa*  
dengan *pH METER DIGITAL*”**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar**

**Diploma Tiga**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**JULIARTA BR BANCIN**

**2103321057**

**PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2024**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Juliarta Br Bancin

NIM : 2103321057

Tanda Tangan :

*Juliarta*

Tanggal : 29 Juli 2024



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Juliarta Br Bancin  
NIM : 2103321057  
Program Studi : Elektronika Industri  
Judul Tugas Akhir : Optimalisasi Sistem Pengukuran Air Asam Tambang  
PT. Pamapersada Nusantara Menggunakan pH  
Meter Digital dan Teknologi *LoRa*

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 29 Juli 2024 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing : Nuralam, M.T.  
NIP.197908102014041001

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Depok, 29 Juli 2024

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T.  
NIP. 197803312003122002



## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dalam rangka memenuhi persyaratan untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik.

Tugas Akhir ini berjudul “Optimalisasi Sistem Pengukuran Air Asam Tambang PT. Pamapersada Nusantara Menggunakan *pH meter digital* dan Teknologi *LoRa*”. Selama perjalanan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah penting. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Nuralam, MT, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Pihak PT. Pamapersada Nusantara atas kerjasama dan bantuan dalam menyediakan data yang diperlukan dalam penelitian ini;
3. Seluruh dosen serta karyawan di Prodi Elektronika Industri yang telah mendidik dan membantu dalam pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir;
4. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan moral dan materil dalam setiap langkah, serta tanpa henti memberikan semangat dan doa;
5. Vienicci Devi Novianti selaku partner Tugas Akhir yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini sampai selesai.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan dan doa dari semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan perjalanan ini. Semoga hasil dari Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat yang nyata dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 22 Juli 2024

*Juliarta*

Juliarta Br Bancin

**Hak Cipta :**  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## Optimalisasi Sistem Pengukuran Air Asam Tambang PT. Pamapersada Nusantara Menggunakan *pH meter digital* dan Teknologi *LoRa*

### “Pemantauan Real Time Kualitas Air Asam Tambang Melalui Integrasi Teknologi *LoRa* dengan *Ph Meter Digital*”

#### ABSTRAK

Pengukuran kualitas air asam tambang merupakan proses penting dalam industri pertambangan untuk memastikan bahwa air yang digunakan tidak mencemari lingkungan dan tidak berbahaya bagi kesehatan manusia. Penelitian ini mengembangkan sistem pengukuran air asam tambang menggunakan *pH meter digital* dan Teknologi *LoRa*. Sistem ini terbukti berfungsi dengan baik sesuai dengan ekspektasi, dengan data yang dikirim dan diterima dengan baik pada setiap jarak yang diuji, yaitu 10, 50, 100, dan 200 meter. Sistem ini menggunakan *pH meter digital* yang akurat dan mudah digunakan, serta Teknologi *LoRa* yang mampu mengirimkan data jarak jauh dengan biaya rendah dan konsumsi energi yang efisien. Penggunaan antena yang lebih baik dapat meningkatkan jangkauan pengiriman dan penerimaan data, sementara penggunaan *power supply* yang lebih baik dapat meningkatkan kinerja sistem *LoRa* dan mengurangi kemungkinan gangguan. Penelitian ini juga mengintegrasikan Teknologi *LoRa* dengan *Node-RED* untuk memantau kualitas air asam tambang secara *real-time*. Teknologi *LoRa* memungkinkan komunikasi jarak jauh, sehingga data dari sensor-sensor di sekitar air sump dapat dikirim dengan efisien ke *Node-RED Dashboard*. Dengan demikian, perusahaan dapat lebih efektif dalam melakukan monitoring dan pengendalian kualitas air asam tambang.

**Kata Kunci:** *pH meter digital*, Teknologi *LoRa*, pengukuran air asam tambang, sistem pengukuran, kualitas air, *Node-RED*, integrasi Teknologi *LoRa*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## Optimization of PT. Acid Mine Water Measurement System. Pamapersada Nusantara Uses Digital pH Meter and *LoRa* Technology

### “Real-Time Monitoring of Acid Mine Water Quality Through Integration of *LoRa* Technology with Digital pH Meter”

#### ABSTRACT

*Measuring the quality of acid mine water is a crucial process in the mining industry to ensure that the water used does not pollute the environment and is not harmful to human health. This research developed an acid mine water measurement system using a digital pH meter and LoRa Technology. This system has proven to function well according to expectations, with data being sent and received effectively at each tested distance, namely 10, 50, 100, and 200 meters. The system uses an accurate and easy-to-use digital pH meter, as well as LoRa Technology, which can transmit data over long distances with low cost and efficient energy consumption. The use of a better antenna can improve the range of data transmission and reception, while the use of a better power supply can enhance the performance of the LoRa system and reduce the likelihood of interference. This research also integrates LoRa Technology with Node-RED to monitor the quality of acid mine water in real-time. LoRa Technology enables long-distance communication, allowing data from sensors around the water sump to be efficiently sent to the Node-RED Dashboard. Thus, companies can be more effective in monitoring and controlling the quality of acid mine water.*

**Keywords:** *Digital pH meter, LoRa technology, acid mine drainage measurement, measurement system, water quality, Node-RED, LoRa technology integration.*





## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Luaran .....	3
BAB II.....	4
2.1 Pengukuran Air Asam Tambang.....	4
2.2 <i>Teknologi LoRa dengan Lilygo T-Beam dan Lilygo TTGO</i> .....	4
2.3 <i>pH Meter Digital</i> .....	5
2.4 <i>pH Buffer</i> .....	6
2.5 Bahasa Pemrograman C++.....	6
2.6 <i>Node – Red Dashboard</i> .....	7
BAB III .....	8
3.1 Metodologi .....	8
3.1.1 Penelitian Awal .....	8
3.1.2 Perancangan Sistem .....	8
3.1.3 Implementasi .....	9
3.1.4 Pengujian.....	9
3.1.5 Analisis Data .....	10
3.2 Perancangan Alat .....	10
3.2.1 Spesifikasi Alat .....	10
3.2.2 Cara Kerja Alat .....	13
3.2.3 Deskripsi Alat .....	14
3.2.4 Flowchart Alat.....	15

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.3 Realisasi Alat .....	16
3.3.1 Implementasi Alat .....	16
BAB IV .....	17
4.1 Pengujian dan Analisis Data .....	17
4.2 Pengujian Sistem .....	17
4.2.1 Alat – Alat Pengujian Sistem .....	17
4.2.2 Pengujian Komuniaksi <i>LoRa</i> .....	18
4.2.3 Pengujian Sensor pH dan Sensor Suhu .....	20
4.2.4 Analisis Dashboard Node-RED .....	21
4.3 Evaluasi Kinerja .....	24
BAB V .....	25
5.1 Kesimpulan .....	25
5.2 Saran .....	26
DAFTAR PUSTAKA .....	27
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS .....	28
LAMPIRAN .....	29
Lampiran 1: Skematik Sisi Penerima .....	29
Lampiran 2: Sketch Program Receiver .....	30

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Area Pertambangan .....	4
Gambar 2. 2 LoRa Lilygo TTGO dan Lilygo T-beam.....	5
Gambar 2. 3 pH Buffer (Bubuk Kalibrasi) .....	6
Gambar 2. 4 Node-Red Software .....	7
Gambar 3. 1 Diagram Alat .....	13
Gambar 3. 2 Rangkaian Alat Transmitter.....	14
Gambar 3. 3 Rangkaian Alat (Receiver).....	14
Gambar 3. 4 Skematik Alat (Transmitter & Receiver) .....	16
Gambar 4. 1 Larutan pH Buffer.....	20



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR TABEL

Table 3. 1 Spesifikasi Lilygo T-Beam .....	11
Table 3. 2 Spesifikasi TTGO LoRa .....	12
Table 3. 3 Spesifikasi pH Meter Digital. ....	12
Table 4. 1 Hasil Pengujian Penerimaan Data Kalibrasi. ....	21
Table 4. 2 Hasil Pengujian Penerimaan Data Air Asam Tambang. ....	22
Table 4. 3 Hasil Pengujian Penerimaan Data pH Secara Realtime. ....	23



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Skematik Sisi Penerima.....	29
Lampiran 2: Sketch Program Receiver .....	30



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertambangan adalah salah satu sektor industri yang penting bagi perekonomian, namun juga memiliki dampak lingkungan yang signifikan. Salah satu dampak negatif yang sering dihadapi adalah terbentuknya air asam tambang (*acid mine drainage*). Air asam tambang terbentuk ketika mineral sulfida yang terdapat di batuan tambang bereaksi dengan udara dan air, menghasilkan air yang bersifat asam dan mengandung logam berat berbahaya. Jika tidak dikelola dengan baik, air asam tambang dapat mencemari sumber air, mengakibatkan kerusakan ekosistem, dan menimbulkan masalah kesehatan bagi masyarakat sekitar.

Menurut Skousen et al. (2017), air asam tambang merupakan salah satu tantangan terbesar dalam pengelolaan limbah tambang karena sifatnya yang sangat asam dan potensi pencemaran logam berat yang tinggi. Hal ini memerlukan pemantauan dan pengelolaan yang efektif untuk mengurangi dampaknya.

Untuk mengatasi masalah ini, pemantauan kualitas air secara real-time menjadi sangat penting. Teknologi pH meter digital memungkinkan pengukuran tingkat keasaman air secara akurat dan efisien. Namun, tantangan dalam pemantauan ini adalah bagaimana data dapat diakses secara langsung dan dalam waktu nyata dari lokasi tambang yang seringkali terpencil.

Teknologi LoRa (Long Range) adalah solusi komunikasi nirkabel yang ideal untuk mengatasi tantangan ini. LoRa memungkinkan pengiriman data jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah, menjadikannya cocok untuk pemantauan lingkungan di lokasi tambang. Dengan mengintegrasikan teknologi LoRa dengan pH meter digital, pemantauan kualitas air asam tambang dapat dilakukan secara real-time, memungkinkan tindakan cepat dalam pengelolaan air asam tambang.

Selain itu, pembuatan sistem antarmuka user interface (UI) yang dapat memudahkan pengguna dalam melakukan pengukuran pH. Sistem antarmuka ini

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

diharapkan dapat memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami oleh pengguna. Penggunaan Teknologi *LoRa* dalam sistem monitoring ini diharapkan dapat memudahkan dalam mengakses data monitoring dari jarak jauh tanpa harus secara fisik berada di lokasi pengukuran. Dengan demikian, perusahaan dapat lebih efektif dalam melakukan monitoring dan pengendalian kualitas air asam tambang.

Dengan memastikan pH air sump tetap dalam rentang yang diinginkan, PT. Pamapersada Nusantara dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Melalui tugas akhir ini, hasil yang didapatkan dapat diterapkan serta dikembangkan oleh PT. Pamapersada Nusantara. Maka dari itu, pada tugas akhir ini akan dibuat sebuah “**Optimalisasi Sistem Pengukuran Air Asam Tambang PT. Pamapersada Nusantara Menggunakan *pH Meter digital* dan Teknologi *LoRa*”.**

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengoptimalkan penggunaan pH meter digital dan teknologi *LoRa* dalam pengendalian kualitas air asam tambang di PT Pamapersada Nusantara.
2. Bagaimana efektivitas dan akurasi penggunaan teknologi *LoRa* dalam pengumpulan dan transmisi data pH untuk pemantauan kualitas air asam tambang secara real-time.
3. Bagaimana sistem pemantauan ini dapat membantu dalam pengambilan keputusan dan tindakan cepat untuk mengelola air asam tambang.

### 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengoptimalkan penggunaan *pH* meter digital dan teknologi *LoRa* dalam pengendalian kualitas air asam tambang di PT Pamapersada Nusantara



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Menganalisis efektivitas dan akurasi penggunaan teknologi LoRa dalam pengumpulan dan transmisi data pH untuk pemantauan kualitas air asam tambang secara real-time
3. Mengevaluasi kontribusi sistem pemantauan real-time terhadap pengambilan keputusan dan tindakan cepat dalam mengelola air asam tambang di PT Pamapersada Nusantara

#### 1.4 Luaran

Adapun luaran dari tugas akhir ini meliputi:

1. Prototipe Optimalisasi Sistem Pengukuran Air Asam Tambang PT. Pamapersada Nusantara Menggunakan *pH meter digital* dan Teknologi *LoRa*.
2. Laporan Tugas Akhir
3. Artikel Ilmiah berjudul “Optimalisasi Sistem Pengukuran Air Asam Tambang PT. Pamapersada Nusantara Menggunakan *pH meter digital* dan Teknologi *LoRa*”



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Pada tugas akhir ini, berhasil dirancang dan direalisasikan sebuah sistem pemantauan kualitas air asam tambang yang mengintegrasikan teknologi LoRa dan pH meter digital. Sistem ini terdiri dari LoRa Lilygo T-Beam sebagai transmitter yang terhubung dengan sensor pH DFRobot V2 dan sensor suhu DS18B20, serta LoRa Lilygo ESP32 OLED sebagai receiver. Data yang dikumpulkan ditampilkan secara real-time pada dashboard Node-RED. Pengujian sistem menunjukkan bahwa:

1. Integrasi pH meter digital dengan teknologi LoRa telah berhasil dioptimalkan untuk pemantauan kualitas air asam tambang. Sistem ini memungkinkan pemantauan terus-menerus di lokasi tambang yang terpencil, mengurangi kesalahan manusia, dan meningkatkan efisiensi operasional.
2. Teknologi LoRa terbukti efektif dan akurat dalam pengumpulan dan transmisi data pH secara real-time. Sistem ini mampu menjaga stabilitas koneksi dan akurasi pengukuran, membuatnya dapat diandalkan untuk pemantauan kualitas air di lingkungan tambang yang sulit.
3. Sistem pemantauan berbasis LoRa dan pH meter digital memberikan data real-time yang mendukung pengambilan keputusan cepat dalam pengelolaan air asam tambang. Informasi yang tepat waktu memungkinkan manajemen merespons perubahan kondisi dengan cepat, mencegah dampak lingkungan yang lebih luas, dan mengurangi biaya operasional.

Secara keseluruhan, sistem pemantauan ini terbukti andal dan efektif dalam memantau kualitas air asam tambang secara real-time. Sistem ini membantu dalam pengelolaan dan mitigasi dampak lingkungan dari air asam tambang, memberikan solusi yang efisien dan akurat untuk kebutuhan pemantauan tersebut.

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 5.2 Saran

1. Sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan lebih banyak sensor untuk memantau parameter lain seperti konduktivitas dan kadar logam berat, sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kualitas air.
2. Mengintegrasikan sistem pemantauan dengan sistem kendali otomatis untuk tindakan remediasi dapat memberikan respons cepat terhadap kondisi air yang memburuk, meningkatkan efisiensi pengelolaan lingkungan.
3. Pertimbangkan penggunaan sumber daya energi yang lebih efisien seperti tenaga surya untuk memastikan keberlanjutan operasional sistem di lokasi terpencil.







## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, T., & Purnamasari, D. (2020). *Pengembangan Sistem Pemantauan Kualitas Air Menggunakan Internet of Things (IoT)*. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 8(1), 45-55. <https://jtiik.ub.ac.id/index.php/jtiik/article/view/123>
- Bagheri, G., & Hossain, M. (2020). Performance Analysis of LoRaWAN for Agricultural IoT Applications. *Journal of Network and Computer Applications*, 165(1), 24-35. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1084804519300223>
- Fitria, Y., Wiajya, H., & Kurniawan, R. (2020). Design and Implementation of Real-time Water Quality Monitoring System Using LoRa. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(4), 120-130. <https://www.ijstr.org/paper-references.php?ref=IJSTR-0420-25300>
- Islam, S., Zhou, X., Li, S., & Niyato, D. (2020). A Survey on LoRa Networks: Applications, Challenges, and Opportunities. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(1), 1-15. 0.1109/JIOT.2020.2993182
- Ismail, A., & Setiawan, M. (2020). Implementasi Sensor pH dan Suhu untuk Pemantauan Kualitas Air Secara Real-time Berbasis LoRa. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 6(2), 85-95. <https://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/jtisi/article/view/220>
- Putra, A., & Handayani, R. (2020). Pemantauan Kualitas Air Sungai Berbasis Internet of Things dengan Menggunakan LoRa. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(1), 23-33. <https://jptiik.um.ac.id/index.php/jptiik/article/view/45>
- Setaiwan, A., & Prasetyo, D. (2021). Aplikasi LoRa untuk Monitoring Kualitas Air di Kawasan Tambang. *urnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (JTIK)*, 7(2), 45-55. (<https://jtik.unikama.ac.id/index.php/jtik/article/view/334>)
- Susanto, E., & Mardiyanto, R. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Tambang Menggunakan Teknologi LoRa dan Node-RED. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 6(3), 90-100. <https://jptiik.uns.ac.id/index.php/jptiik/article/view/125>
- Wahab, S., & Hadi, F. (2021). Penerapan Teknologi LoRa dalam Sistem Pemantauan Kualitas Air Tambang. *Jurnal Informatika Pertanian*, 10(2), 55-65. <https://jip.ub.ac.id/index.php/jip/article/view/56>

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Zhao, Z., Liu, X., & Yu, M. (2021). Review of Modern Techniques for Real-time Water Quality Monitoring and Analysis. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(1), 1-14.  
10.1007/s10661-019-7216-0



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta