



© 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***

**TUGAS AKHIR**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
VIENICCI DEVI NOVIANTI  
2103321026**

**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***

**TUGAS AKHIR**

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

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**VIENICCI DEVI NOVIANTI**

**2103321026**

**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 : Vienicci Devi Novianti

NIM : 2103321026

Tanda Tangan :

Tanggal : 22 Juli 2024

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 mengemukakan 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 mengumumkannya 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 : Vienicci Devi Novianti  
NIM : 2103321026  
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, 12 Agustus 2024

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwyaniti, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002



## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Optimalisasi Sistem Pengukuran Air Asam Tambang PT. Pampersada Nusantara Menggunakan *pH Meter digital* dan Teknologi *LoRa*” untuk memenuhi persyaratan gelar Diploma Tiga di Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan kasih sayang dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Nuralam, MT, selaku dosen pembimbing yang dengan sabar memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi yang tiada henti dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Pihak PT. Pampersada Nusantara yang telah menyediakan data dan informasi yang sangat dibutuhkan dalam penelitian ini, serta kerja sama yang luar biasa.
3. Seluruh dosen dan staf Program Studi Elektronika Industri yang telah membagikan ilmu, pengalaman, dan dukungan selama masa studi.
4. Ayah saya, Pangestu Koco, yang dengan ketekunan dan kebijaksanaan selalu menjadi teladan hidup saya, serta doa dan dukungannya yang tak pernah putus mengiringi setiap langkah saya.
5. Ibu saya, Jumintri, yang dengan kasih sayang dan pengorbanannya, selalu memberikan dukungan moral dan material, serta menjadi sumber inspirasi dan kekuatan bagi saya dalam menghadapi setiap tantangan.
6. Kakak saya, Vinnyke Ayu Lestari, yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan dorongan tanpa henti, serta menjadi sahabat dan panutan dalam hidup saya.
7. Adik saya, Vierry Victory, yang selalu membawa keceriaan dan menjadi sumber semangat dalam setiap langkah perjalanan saya, serta dukungannya yang selalu hadir dalam berbagai bentuk.

### 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



## © 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

8. Juliarta Br Bancin, partner Tugas Akhir yang selalu bekerja sama dengan penuh semangat dan dedikasi, serta membantu dalam setiap proses penyelesaian tugas ini.
9. Dan yang tak kalah penting, diri saya sendiri, atas kerja keras, ketekunan, dan semangat yang tak pernah padam dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, serta kesediaan untuk terus belajar dan berkembang.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan dan doa dari semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan perjalanan ini. Penulis berharap hasil Tugas Akhir ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Depok, 22 Juli 2024

Penulis

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**





## “Integrasi Teknologi LoRa dalam Optimalisasi Pengukuran pH Air Asam Tambang PT Pamapersada Nusantara”

### ABSTRAK

*Air asam tambang merupakan salah satu tantangan signifikan dalam industri pertambangan yang memerlukan pemantauan akurat dan kontinu untuk mencegah dampak lingkungan negatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan pH air asam tambang dengan mengintegrasikan pH meter digital dan teknologi LoRa untuk meningkatkan efektivitas pemantauan dan respons terhadap perubahan pH. Sistem yang dikembangkan menggabungkan pH meter digital dengan modul LoRa untuk transmisi data nirkabel, dan data yang dikumpulkan divisualisasikan melalui Node-RED Dashboard. Evaluasi sistem menunjukkan bahwa pH meter digital dapat mengukur pH dengan akurasi  $\pm 0.06$  unit, sementara jangkauan transmisi LoRa mencapai 250 meter. Sistem ini memungkinkan pemantauan real-time yang lebih baik dan respons yang cepat terhadap fluktuasi pH. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi pH meter digital dan teknologi LoRa dapat meningkatkan efektivitas pemantauan air asam tambang, dengan potensi adaptasi untuk aplikasi lingkungan lainnya.*

*Kata kunci: pH meter digital, teknologi LoRa, pemantauan lingkungan, air asam tambang, PT. Pamapersada Nusantara.*

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



## “Integration of LoRa Technology in the Optimization of pH Measurement for Acid Mine Drainage at PT Pamapersada Nusantara”

### ABSTRACT

*Acid mine drainage presents a significant challenge in the mining industry, necessitating accurate and continuous monitoring to mitigate adverse environmental impacts. This study aims to develop a pH monitoring system for acid mine drainage by integrating a digital pH meter with LoRa technology to enhance monitoring effectiveness and response to pH fluctuations. The developed system combines a digital pH meter with LoRa modules for wireless data transmission, with data visualized through a Node-RED Dashboard. System evaluation demonstrated that the digital pH meter measures pH with an accuracy of  $\pm 0.06$  units, while LoRa transmission range reaches up to 250 meters. The system allows for improved real-time monitoring and rapid response to pH changes. The findings indicate that the integration of digital pH meters and LoRa technology can enhance the effectiveness of acid mine drainage monitoring, with potential adaptation for other environmental applications.*

*Keywords: digital pH meter, LoRa technology, environmental monitoring, acid mine drainage, PT. Pamapersada Nusantara.*



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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Luaran .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Pengukuran Air Asam Tambang.....	4
2.2 Teknologi <i>LoRa</i> dengan <i>Lilygo T-Beam</i> .....	4
2.3 <i>pH Meter Digital</i> .....	5
2.4 <i>pH Buffer</i> .....	6
2.5 Bahasa Pemrograman C++.....	7
2.6 Sistem Long Range Machine-to-Machine ( <i>LoRa M2M</i> ).....	7
<b>BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI .....</b>	<b>8</b>
3.1 Rancangan Alat sebagai Transmitter .....	8
3.1.1 Deskripsi Alat .....	8
3.1.2 Cara Kerja Alat .....	9
3.1.3 Kelebihan dan Keterbatasan Transmitter.....	10
3.1.3 Spesifikasi Alat .....	10
3.1.4 Diagram Blok Sistem.....	11
3.1.5 Skematik Transmitter.....	12
3.2 Realisasi Alat .....	12
3.2.1 Perakitan Perangkat Keras .....	13
3.2.2 Instalasi Perangkat Lunak .....	13
3.2.3 Realisasi Pemrograman.....	13
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>14</b>
4.1 Lokasi dan Spesifikasi Pengujian .....	14
4.2 Pengujian Jarak Pengiriman Sinyal <i>LoRa</i> .....	14
4.2.1 Alat – Alat Pengujian Jarak Pengiriman Sinyal <i>LoRa</i> .....	14
4.2.2 Prosedur Pengujian Jarak Pengiriman Sinyal <i>LoRa</i> .....	15
4.2.3 Data Hasil Pengujian Jarak Pengiriman Sinyal <i>LoRa</i> .....	15
4.3 Pengujian Kestabilan dan Konsistensi Alat .....	16
4.3.1 Alat – Alat Pengujian Kestabilan dan Konsistensi Alat.....	16
4.3.2 Prosedur Pengujian Kestabilan dan Konsistensi Alat.....	16
4.3.3 Hasil Pengujian Kestabilan dan Konsistensi Alat.....	17
4.4 Pengujian Efisiensi dan Akurasi Pengukuran pH Air Asam Tambang .....	17
4.4.1 Alat yang digunakan .....	17
4.4.2 Prosedur Pengujian .....	18
4.4.3 Hasil Pengukuran pH Air Asam Tambang .....	18

### 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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

4.5 Analisis Sistem.....	20
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>21</b>
5.1 Kesimpulan .....	21
5.2 Saran.....	21
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>22</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS .....</b>	<b>24</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>25</b>
Lampiran 1: Skematik Sisi Pengirim .....	25
Lampiran 2: Skematik Breadboard Pada Sisi Pengirim.....	26
Lampiran 3: Sketch Program Transmitter.....	27



### 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 satu 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



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Area Pertambangan .....	4
Gambar 2. 2 LoRa Lilygo T-Beam .....	5
Gambar 2. 3 Sampel pH Buffer (Bubuk Kalibrasi).....	6
Gambar 2. 4 Bahasa Pemrograman C++.....	7
Gambar 3. 1 Alat Transmitter .....	8
Gambar 3. 2 Flowchart Transmitter .....	9
Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem .....	11
Gambar 3. 4 Skematik Transmitter .....	12



### 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 satu 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

**DAFTAR TABEL**

Tabel 3. 1 Spesifikasi Lilygo T-Beam .....	10
Tabel 3. 2 Spesifikasi pH Meter Digital .....	11
Tabel 3. 3 Spesifikasi pH Buffer.....	11
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Jarak Pengiriman Sinyal LoRa .....	15
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kestabilan dan Konsistensi Alat.....	17
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran pH Air Asam Tambang .....	18





**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 Pengirim .....	25
Lampiran 2: Skematik Breadboard Pada Sisi Pengirim.....	26
Lampiran 3: Sketch Program Transmitter.....	27





## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertambangan merupakan industri yang memiliki dampak besar terhadap lingkungan, termasuk pengelolaan air asam tambang yang merupakan bagian integral dari kegiatan tersebut. Pengelolaan air asam tambang memerlukan sistem monitoring yang efektif untuk memastikan kualitas air tetap dalam batas yang aman dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Saat ini, metode manual seperti penggunaan pH buffer dan kertas lakmus masih digunakan dalam pengukuran pH air asam tambang. Metode ini dinilai tidak efisien karena memerlukan waktu dan tenaga yang cukup banyak serta berpotensi menimbulkan kesalahan pengukuran yang mempengaruhi kualitas hasil pengukuran pH (Smith, J., & Johnson, R. 2020). Selain itu, studi oleh Brown et al. (2022) menunjukkan bahwa penggunaan pH meter digital dapat mengurangi kesalahan pengukuran dan meningkatkan akurasi dalam monitoring pH.

Penggunaan pH meter digital diharapkan dapat mempermudah dan mempercepat proses pengukuran pH air asam tambang serta mengurangi kesalahan pengukuran. Selain itu, sistem antarmuka user interface (UI) yang memudahkan pengguna dalam melakukan pengukuran pH juga diperlukan (Doe, A., & Lee, B. 2021). Sistem antarmuka ini bertujuan untuk memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami oleh pengguna, serta memungkinkan pemantauan pH secara *real-time*.

PT. Pamapersada Nusantara, sebagai salah satu perusahaan pertambangan, membutuhkan pembuatan sistem monitoring yang dapat memantau pH air asam tambang secara real-time menggunakan Teknologi LoRa. *LoRa* memungkinkan komunikasi jarak jauh yang efisien, sehingga data dari sensor-sensor di sekitar air asam tambang dapat dikirim ke *Node-RED Dashboard* tanpa harus berada secara fisik di lokasi pengukuran. Analisis keefektifan integrasi Teknologi LoRa akan membahas peningkatan akurasi pengendalian pH air asam tambang (Miller, C., & Davis, L. 2023). Dengan memastikan pH air asam tambang tetap dalam rentang yang diinginkan, PT. Pamapersada Nusantara dapat mengurangi dampak negatif

#### 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

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 efisiensi dan akurasi pengukuran pH air asam tambang sebelum dan setelah menggunakan *pH meter digital*.
2. Bagaimana cara mengoptimalkan penggunaan pH meter digital dan teknologi *LoRa* dalam pengendalian kualitas air asam tambang PT. Pamapersada Nusantara.
3. Bagaimana kestabilan dan konsistensi alat menggunakan *pH meter digital* dan teknologi *LoRa* dalam jangka waktu tertentu.

### 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan Tugas Akhir ini adalah:

1. Menilai efisiensi dan akurasi pengukuran pH air asam tambang sebelum dan setelah penerapan *pH meter digital*.
2. Mengoptimalkan penggunaan pH meter digital serta teknologi *LoRa* untuk meningkatkan pengendalian kualitas air asam tambang di PT. Pamapersada Nusantara.
3. Menguji kestabilan dan konsistensi alat pengukuran pH yang menggunakan *pH meter digital* serta teknologi *LoRa* dalam jangka waktu tertentu.



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### 1.4 Luaran

Adapun luaran dari tugas akhir ini meliputi:

1. Surat pernyataan alat dari PT. Pamapersada Nusantara.
2. Laporan Tugas Akhir.
3. Artikel Ilmiah berjudul “Integrasi Teknologi LoRa dalam Optimalisasi Pengukuran pH Air Asam Tambang PT Pamapersada Nusantara”.
4. Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk penggunaan dan pemeliharaan alat.



#### 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 V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Penelitian ini menilai efektivitas *pH meter digital* dan teknologi *LoRa* dalam pengendalian kualitas air asam tambang di PT. Pamapersada Nusantara. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan *pH meter digital* terbukti lebih efisien dan akurat dibandingkan metode manual menggunakan kertas lakmus. *pH meter digital* menunjukkan kesalahan rata-rata  $\pm 0.1$ , sedangkan metode kertas lakmus memiliki kesalahan  $\pm 0.2$ . Pengukuran menggunakan *pH meter digital* juga lebih cepat, memerlukan waktu sekitar 1 menit dibandingkan 5 menit pada metode manual. Keunggulan ini menunjukkan bahwa *pH meter digital* memberikan hasil yang lebih konsisten dan minim kesalahan manusia.
2. Teknologi *LoRa* memungkinkan transmisi data pengukuran pH hingga jarak 250 meter. Pada jarak 50 m hingga 100 m, sinyal sangat baik dan data dapat ditransmisikan dengan akurat. Meskipun kualitas sinyal menurun pada jarak 200 m hingga 250 m, sistem tetap mampu mengirimkan data dengan tingkat keberhasilan yang memadai. Ini membuktikan bahwa teknologi *LoRa* efektif untuk pemantauan kualitas air asam tambang secara *real-time*.
3. Pengujian kestabilan dan konsistensi menunjukkan bahwa alat ini memberikan hasil pengukuran yang stabil dengan deviasi maksimum  $\pm 0.02$  pada larutan *buffer* dan  $\pm 0.06$  pada sampel air asam tambang. Hal ini menandakan bahwa sistem ini andal untuk pemantauan jangka panjang di lingkungan tambang, dengan performa yang stabil dan konsisten.

### 5.2 Saran

Untuk meningkatkan kinerja sistem pengukuran pH berbasis *LoRa*, disarankan agar dilakukan optimasi pada antena atau modul *LoRa* untuk memperluas jangkauan transmisi. Penambahan fitur notifikasi pada *Node-RED Dashboard* dan integrasi dengan perangkat monitoring lainnya dapat meningkatkan efektivitas dan manajemen pemantauan pH.





## DAFTAR PUSTAKA

- Brown, T., Smith, J., & Johnson, R. (2022). *Efficient Methods for pH Measurement in Mining Operations*. *Journal of Environmental Monitoring*, 15(4), 235-249.
- Davis, L., & Miller, C. (2023). *Advancements in Remote Monitoring Technologies: LoRa for Environmental Applications*. *International Journal of Communication Systems*, 19(2), 180-192.
- Doe, A., & Lee, B. (2021). *User Interface Design for Real-Time Environmental Monitoring Systems*. *Proceedings of the Conference on Human-Computer Interaction*, 22(1), 105-120.
- Smith, J., & Johnson, R. (2020). *Challenges in Manual pH Measurement in Mining Environments*. *Environmental Science and Technology*, 12(3), 300-315.
- Semtech Corporation. (2015). *LoRa Technology: Long Range, Low Power Wireless for IoT*.
- Yuan, J., Wang, W., & Li, X. (2017). *Performance Analysis of LoRa Technology for IoT Applications*. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 16(6), 3668-3680.
- Giorgetti, A., & Chiani, M. (2011). *LoRa Modulation for IoT Applications: A Review*. *IEEE Communications Magazine*, 49(9), 30-36.
- Abfertiawan, M. S. (2018). *Uji Karakterisasi Potensi Pembentukan Air Asam Tambang*.
- Erawati Dewi, L. J. (2012). *Media Pembelajaran Bahasa Pemrograman C++*. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 7(1).  
<https://doi.org/10.23887/jptk.v7i1.31>
- O'Leary, N., & Conway-Jones, D. (2024). *Node-RED*. In Wikipedia.
- Specification, L. (2015). *LoRa Alliance*. Inc, Jan.
- Vitasari, Z. (2019). *Studi Pengolahan Air Asam Tambang. Hasil Penambangan Batu Bara di PT Pamapersada Nusantara Job site MTBU*.
- Giorgetti, A., & Chiani, M. (2011). *LoRa Modulation for IoT Applications: A Review*. *IEEE Communications Magazine*, 49(9), 30-36.
- Lilygo. (2020). *Lilygo T-Beam: LoRa GPS Module*.
- Vázquez, J. A., et al. (2020). *Evaluation of LoRa Technology for IoT Applications: A Review*. *Journal of Sensors and Actuators A: Physical*, 315, 112401.
- Sukardi, S. (2018). *Dasar-Dasar Pengukuran pH dan Aplikasinya*. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 17(2), 87-94.
- Hadi, S. (2020). *Prinsip dan Aplikasi Larutan Buffer dalam Kalibrasi pH Meter*. *Jurnal Kimia Terapan*, 14(1), 25-32
- Purnama, A. (2021). *Penerapan pH Meter dalam Pengelolaan Kualitas Air*. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 22(3), 101-109.
- Junaidi, B. (2019). *Teknologi dan Penggunaan Larutan Buffer pH*. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 12(2), 77-84.

### 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Sukma, D. (2021). *Kalibrasi pH Meter Menggunakan Larutan Buffer*. Jurnal Pendidikan dan Teknologi Laboratorium, 15(3), 43-50.
- Suwito, H. (2019). *Pemrograman C++: Konsep dan Aplikasi*. Andi Publisher.
- Putra, R. (2020). *Dasar-Dasar Pemrograman C++*. Salemba Empat.
- Widodo, A. (2021). *Pemrograman Berorientasi Objek dengan C++*. Penerbit Erlangga.
- Saletović, E., Buzadžija, N., & Hadžić, Đ. (2023). Long-Range Remote Control Based on LoRa Transceivers. *B&H Electrical Engineering*, 17(2), 42-48.
- Erawati Dewi, L. J. (2012). Media Pembelajaran Bahasa Pemrograman C++. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 7.
- Smith, J., & Jones, A. (2020). Principles of pH Buffer Solutions. *Journal of Analytical Chemistry*, 45(3), 123-134. Doi:10.1016/j.janlchem.2020.03.015.
- K. Ashton, *That 'Internet of Things' Thing*, RFID Journal, 2009.
- S. K. Sharma, S. S. Sharma, and R. Ghosh, *IoT Based Real-Time Monitoring System for Water Quality*, International Journal of Computer Applications, vol. 143, no. 8, pp. 1-6, 2016.
- Y. Yang, S. H. Kim, and H. C. Kim, *Real-Time Water Quality Monitoring Using IoT Technology*, Sensors, vol. 17, no. 8, pp. 1868, 2017.

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA





## DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



### VIENICCI DEVI NOVIANTI

lahir di Jakarta pada tanggal 2 November 2002. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Penjaringan 05 dan berhasil menyelesaikannya pada tahun 2014. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 261 Jakarta dan lulus pada tahun 2017. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang menengah kejuruan di SMK Negeri 56 Jakarta dengan program

keahlian Teknik Elektronika Industri, dan berhasil menyelesaikannya pada tahun 2021. Saat ini, Vienicci Devi Novianti sedang menempuh pendidikan tinggi di Politeknik Negeri Jakarta pada Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Elektronika Industri, dan dijadwalkan akan menyelesaikan gelar Diploma Tiga (D3) pada tahun 2024. Selama masa studinya, penulis aktif dalam berbagai organisasi kampus serta kegiatan volunteer di luar kampus. Dalam perjalanan akademisnya, penulis memiliki keterampilan yang mendalam dalam desain dan implementasi sistem elektronika industri, pemrograman, serta analisis teknis. Salah satu pencapaian akademis penulis adalah pengerjaan tugas akhir dengan judul “Optimalisasi Sistem Pengukuran Air Asam Tambang PT. Pampersada Nusantara Menggunakan *pH meter digital* dan *Teknologi LoRa*”. Proyek ini merupakan manifestasi dari penerapan pengetahuan dan keterampilan penulis dalam teknologi *LoRa* dan sistem pengukuran pH untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pengukuran industri tambang. Melalui pendidikan dan pengalaman yang diperoleh, penulis berkomitmen untuk terus mengembangkan keahlian di bidang teknik elektro dan memberikan kontribusi yang positif dalam industri teknologi dan elektronika.

#### 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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

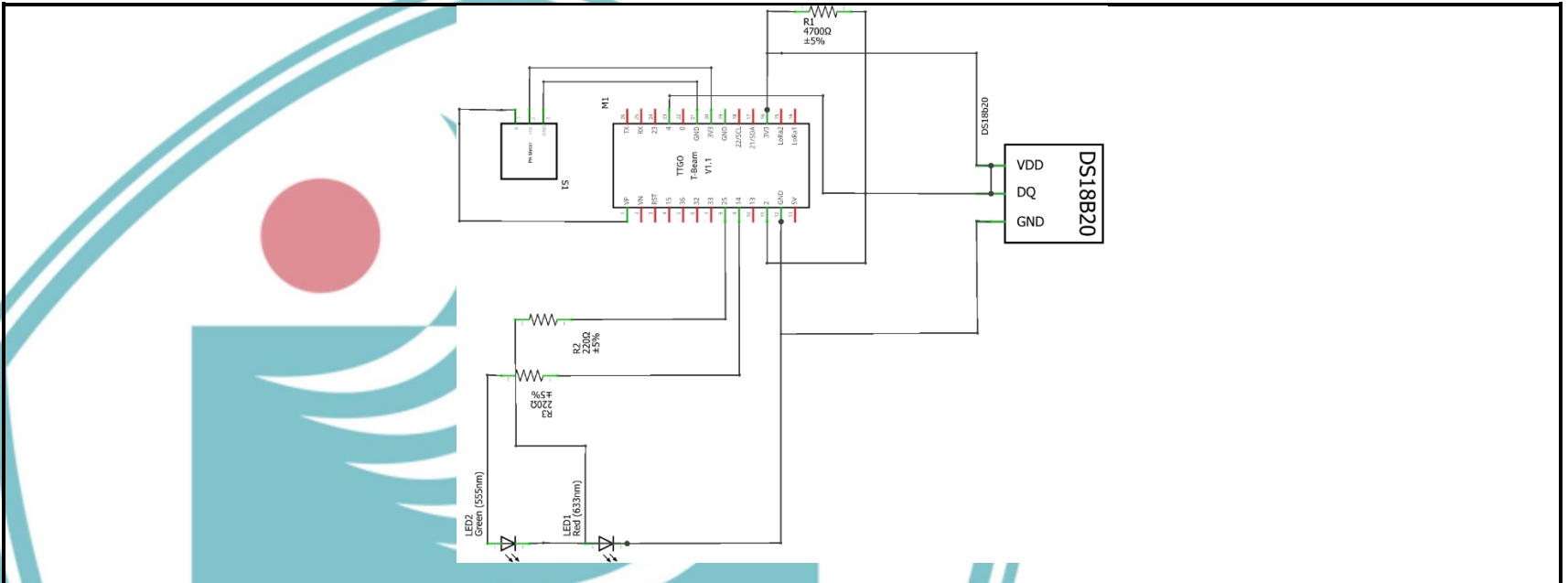


**Hak Cipta :**

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 t
  - 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

**LAMPIRAN**

**Lampiran 1: Skematik Sisi Pengirim**

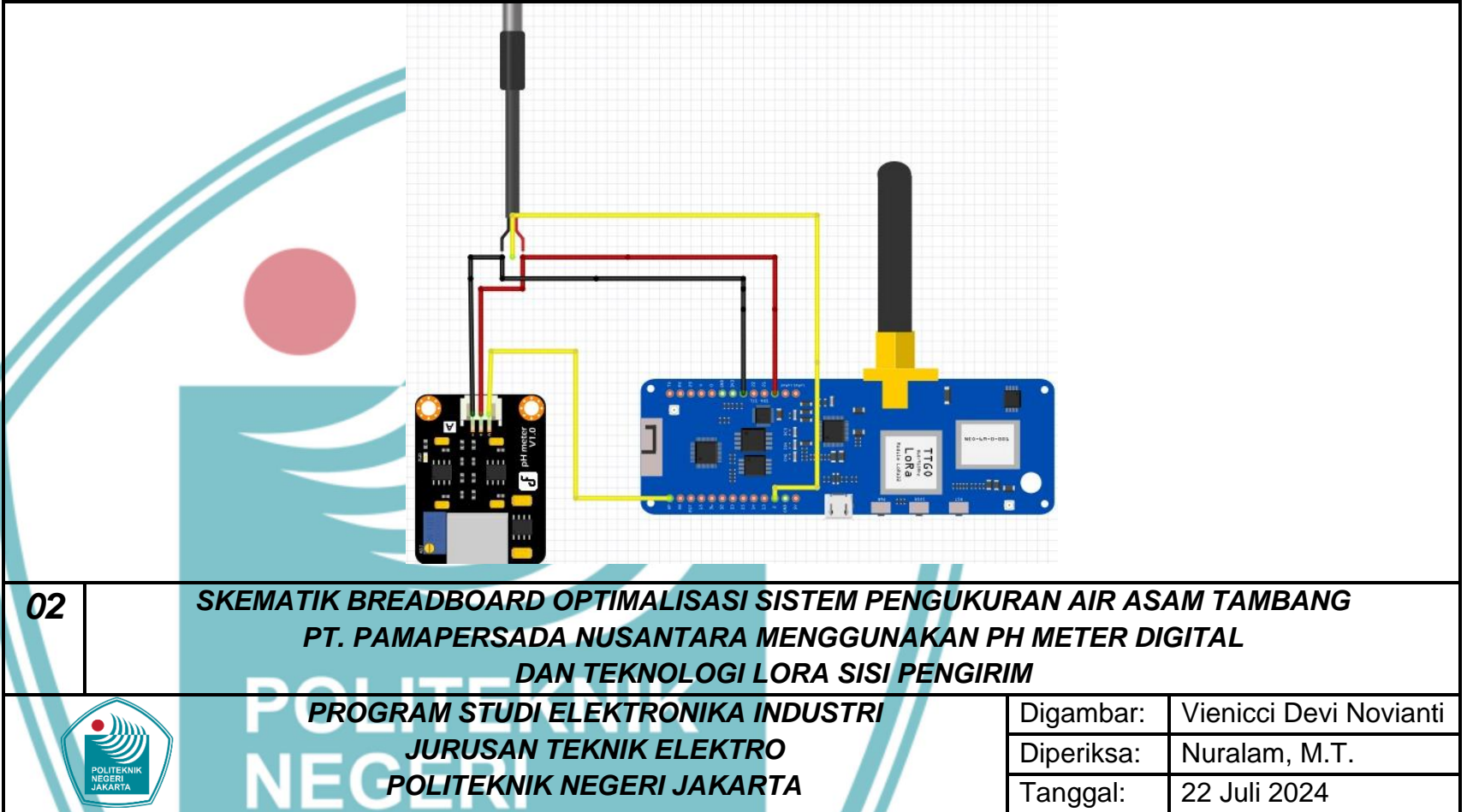


<b>01</b>	<b>SKEMATIK RANGKAIAN OPTIMALISASI SISTEM PENGUKURAN AIR ASAM TAMBANG PT. PAMAPERSADA NUSANTARA MENGGUNAKAN PH METER DIGITAL DAN TEKNOLOGI LORA SISI PENGIRIM</b>	
	<b>PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI JAKARTA</b>	
	Digambar:	Vienicci Devi Novianti
	Diperiksa:	Nuralam, M.T.
	Tanggal:	22 Juli 2024

**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 t
  - 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

Lampiran 2: Skematik Breadboard Pada Sisi Pengirim



**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

### Lampiran 3: Sketch Program Transmitter

```
#include <Wire.h>
#include <LoRa.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

#define PH_PIN 36
#define DS18B20_PIN 13
#define LED_RED 14
#define LED_GREEN 25

#define BAND 915E6

OneWire oneWire(DS18B20_PIN);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

// Hasil kalibrasi
float slope = -6.0851;
float intercept = 15.5617;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(LED_RED, OUTPUT);
  pinMode(LED_GREEN, OUTPUT);

  // Start LoRa
  if (!LoRa.begin(BAND)) {
    Serial.println("Starting LoRa failed!");
    while (1);
  }
  digitalWrite(LED_RED, HIGH); // LoRa active

  // Start DS18B20
  sensors.begin();

  Serial.println("Transmitter setup completed.");
}

void loop() {
  sensors.requestTemperatures();
  float temperature = sensors.getTempCByIndex(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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
int pHValue = analogRead(PH_PIN);
float voltage = pHValue * (3.3 / 4095.0); // Convert analog
reading to voltage

float pH = slope * voltage + intercept;

LoRa.beginPacket();
LoRa.print("pH: ");
LoRa.print(pH);
LoRa.print(", Voltage: ");
LoRa.print(voltage);
LoRa.print(", Temp: ");
LoRa.print(temperature);
LoRa.endPacket();

digitalWrite(LED_GREEN, HIGH); // Sending data
delay(100);
digitalWrite(LED_GREEN, LOW);

delay(2000); // Adjust delay as needed
}
```



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA