



© 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



**Perancangan dan Implementasi Sistem IoT untuk Monitoring dan Kontrol Temperatur Box Cold Chain dalam Penyimpanan Vaksin dengan Metode PID dan Moving Average.**

**Sub Judul:**

**SKRIPSI**

**Halid Misfal Karbala**

**2203433013**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL  
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



**Perancangan dan Implementasi Sistem IoT untuk Monitoring dan Kontrol Temperatur Box Cold Chain dalam Penyimpanan Vaksin dengan Metode PID dan Moving Average.**

**Sub Judul:**

**SKRIPSI**

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

**Halid Misfal Karbala  
2203433013**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI JURUSAN**

**TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2024**

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINILITAS

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

Nama : Halid Misfal Karbala

NIM : 2203433013

Tanda tangan : 

Tanggal : 23 Januari 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 :

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  
SKRIPSI

Skripsi Diajukan Oleh:

Nama : Halid Misfal Karbala  
NIM : 2203433013  
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri  
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Implementasi Sistem IoT untuk Monitoring dan Kontrol Temperatur Box Cold Chain dalam Penyimpanan Vaksin dengan Metode PID dan Moving Average.

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada Selasa, 30 Januari 2024 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing 1:

Dian Figana, S.T., MT.  
NIP. 198503142015041002

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

Depok, 12 Februari 2024

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Rika Novita Wardhani, S.T., M.T.

NIP. 197011142008122001



**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

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik, Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri. Skripsi ini berjudul “Perancangan dan Implementasi Sistem IoT untuk Monitoring dan Kontrol Temperatur Box Cold Chain dalam Penyimpanan dengan Metode PID dan Moving Average”. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai dengan penyusunan skripsi ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.
2. Dian Figana, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang sangat tulus membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Kawan-kawan kantor IoT *Engineer* serta teman-teman Cipayung++ yang menjadi teman diskusi sembari menunaikan kewajiban.
4. Kedua orang tua dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan material dan moral.
5. Teman-teman seperjuangan RPL-IKI 2022.
6. Kedai Haiso Kopi yang berperan atas es kopi yang enak.
7. Adik-adik tingkat Universitas Airlangga.

Akhir kata, penulis berharap atas segala bantuan dan kebaikan dari semua pihak semoga terbalaskan oleh Tuhan Yang Maha Esa. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu Instrumentasi dan Kontrol Industri dalam bidang sistem kontrol dimasa yang akan datang.

Depok, 23 Januari 2024

Penulis



**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

Perancangan Perancangan dan Implementasi Sistem IoT untuk Monitoring dan Kontrol Temperatur Box Cold Chain dalam Penyimpanan Vaksin dengan Metode PID dan Moving Average.

**ABSTRAK**

*Dalam mengatasi tantangan pemeliharaan rantai dingin vaksin di daerah tropis, penelitian ini bertujuan mengembangkan sebuah alat berbasis Mikrokontroler ESP32. Alat ini, yang dilengkapi dengan sensor suhu dan modul lokasi, dirancang khusus untuk menjaga suhu vaksin dalam rentang 2 hingga 8 °C, menggunakan sistem kontrol Peltier yang diperkuat dengan metode Proportional-Integral-Derivative (PID) dan Moving Average. Dengan tujuan utama untuk memastikan kestabilan suhu vaksin, data suhu dan lokasi dikirimkan ke Firebase, memungkinkan pemantauan real-time melalui aplikasi Android. Pengujian sistem pendingin Peltier, dijalankan dengan parameter  $K_p=75$ ,  $K_i=0.5$ , dan  $K_d=0.1$ , menghasilkan stabilitas sistem dengan nilai error rate 1.21°C, menunjukkan keefektifan metode yang digunakan. Aspek monitoring memperlihatkan keberhasilan dan presisi pengiriman data melalui HTTP POST selama 20 menit. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa alat yang dikembangkan efektif dalam menjaga stabilitas suhu vaksin, sehingga berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas distribusi vaksin di wilayah tropis. Penelitian ini menawarkan solusi teknologi yang inovatif untuk meningkatkan efikasi vaksinasi dengan menjamin kualitas vaksin terjaga selama distribusi.*

*Kata Kunci: ESP32, Alat Monitoring, Vaksin, ESP32, Arduino IDE, Mikrokontroler, Nosql, Android Studio, Peltier*



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

*Design and Implementation of an IoT System for Monitoring and Controlling Cold Chain Box Temperature in Vaccine Storage using PID and Moving Average Methods*

**ABSTRACT**

*In addressing the challenge of maintaining the cold chain for vaccines in tropical regions, this study aims to develop a device based on the ESP32 Microcontroller. Equipped with temperature sensors and a location module, the device is specifically designed to maintain vaccine temperatures within the range of 2 to 8 °C, utilizing a Peltier control system enhanced by Proportional-Integral-Derivative (PID) and Moving Average methods. With the primary objective of ensuring vaccine temperature stability, temperature and location data are transmitted to Firebase, enabling real-time monitoring through an Android application. Testing of the Peltier cooling system, conducted with parameters  $K_p=75$ ,  $K_i=0.5$ , and  $K_d=0.1$ , resulted in system stability with an error rate of 1.21°C, demonstrating the effectiveness of the employed methods. The monitoring aspect showed successful and precise data transmission via HTTP POST over a 20-minute period. Based on these findings, it can be concluded that the developed device is effective in maintaining vaccine temperature stability, thereby significantly contributing to the improvement of vaccine distribution quality in tropical regions. This research presents an innovative technological solution to enhance vaccination efficacy by ensuring vaccine quality is maintained throughout distribution.*

*Keywords: ESP32, Monitoring Tool, Vaccine, ESP32, Arduino IDE, Microcontroller, Nosql, Android Studio, Peltier*



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

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN ORISINILITAS .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Luaran .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Pendahuluan .....	5
2.2 <i>Pulse Width Module (PWM)</i> .....	7
2.3 Kontroler .....	8
2.3.1 Kontroler Proporsional .....	8
2.3.2 Kontroler Integral.....	9
2.3.3 Kontroler Differensial .....	10
2.3.4 Kontroler Proporsional-Integral-Differensial (PID).....	11
2.4 <i>Moving Average</i> .....	12
2.5 <i>Cold Chain</i> .....	13
2.6 <i>Internet of Things (IoT)</i> .....	14
2.7 <i>Cloud Service Firebase</i> .....	15
2.8 Komponen yang Digunakan .....	15
2.8.1 ESP32 .....	15
2.8.2 Module GSM SIM800L.....	16
2.8.3 Module GPS GY-GPS6MV2.....	17
2.8.4 Module MAX6675 .....	18
2.8.5 <i>Stepdown LM2596</i> .....	19
2.8.6 <i>Power Supply 12V</i> .....	20
2.8.7 <i>Thermocouple Type K</i> .....	21
2.8.8 Arduino IDE.....	21
2.8.9 Rangkaian Pembagi Tegangan.....	22
2.8.10 Pendingin Termoelektrik TEC-12706 .....	22
2.8.11 <i>Solid State Relay Module</i> .....	23
<b>BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI.....</b>	<b>24</b>
3.1 Metodologi Penelitian .....	24
3.2 Deskripsi Alat .....	24
3.3 Cara Kerja Sistem .....	25
3.4 Blok Diagram Sistem .....	28





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

<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
4.1 Hasil Perancangan Alat.....	30
4.1.1 Hasil Perancangan <i>Hardware</i> .....	30
4.1.2 Hasil Perancangan <i>Software</i> Arduino.....	31
4.1.3 Hasil Perancangan <i>Database Firebase</i> .....	32
4.1.4 Hasil Perancangan Android Studio .....	33
4.2 Hasil Pengujian .....	35
4.2.1 Hasil Pengujian <i>Thermocouple Type K</i> .....	36
4.2.2 Hasil Pengujian <i>Thermocouple Type K</i> menggunakan <i>Moving</i> <i>Average</i> .....	37
4.2.3 Hasil Pengujian Kontrol Suhu menggunakan PID dan <i>Hysteresis</i> .....	37
4.2.4 Nilai Kp, Ki, Kd Menggunakan Metode <i>Trial &amp; Error</i> .....	39
4.2.5 Pengujian Nilai Batasan <i>Hysteresis</i> .....	39
4.2.6 Hasil Pengujian Daya Keseluruhan.....	40
4.2.7 Hasil Pengujian Pengiriman Data menggunakan <i>HTTP Post</i> .....	41
4.3 Pembahasan.....	42
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>43</b>
5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>46</b>

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sinyal PWM dengan Variasi <i>Duty Cycle</i> .....	7
Gambar 2. 2 Diagram Blok Kontroler Proposional .....	9
Gambar 2. 3 Diagram Blok Kontroler Integral.....	10
Gambar 2. 4 Diagram Blok Kontroler Diffirensial .....	11
Gambar 2. 5 Diagram Blok Kontroler PID .....	12
Gambar 2. 6 <i>Cold Chain</i> .....	14
Gambar 2. 7 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	14
Gambar 2. 8 ESP32.....	15
Gambar 2. 9 GSM SIM800L.....	16
Gambar 2. 10 Module GPS GY-GPS6MV2 .....	17
Gambar 2. 11 <i>Thermocouple sensor</i> MAX6675 .....	19
Gambar 2. 12 Stepdown LM2596.....	19
Gambar 2. 13 <i>Power Supply</i> 12V .....	20
Gambar 2. 14 <i>Thermocouple Type K</i> .....	21
Gambar 2. 15 Rangkaian Pembagi Tegangan .....	22
Gambar 2. 16 Tampilan Pendingin Termoelektrik TEC-12706.....	22
Gambar 2. 17 <i>Solid State Relay</i> .....	23
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Sistem Monitoring dengan Media Aplikasi Android.....	25
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Sistem Kontrol .....	26
Gambar 3. 3 Blok Diagram Sistem.....	28
Gambar 4. 1 Perancangan <i>Hardware</i> .....	30
Gambar 4. 2 Perancangan <i>Hardware</i> (Tampak Depan).....	31
Gambar 4. 3 Perancangan Database.....	33
Gambar 4. 4 Tampilan <i>Loading</i> Aplikasi.....	34
Gambar 4. 5 Tampilan <i>Dashboard</i> Utama Aplikasi .....	34
Gambar 4. 6 Tampilan Fitur <i>Maps Tracking</i> .....	35
Gambar 4. 7 Grafik Pengujian Sistem PID Suhu Awal 23C.....	38
Gambar 4. 8 Grafik Pengujian Sistem PID Suhu Awal 26.90C.....	38
Gambar 4. 9 Grafik Konsumsi Daya.....	41

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

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Fungsi Bagian Module GSM SIM800L .....	17
Tabel 2. 2 Fungsi Bagian Module GPS GY-GPS6MV2.....	18
Tabel 4. 1 Tabel Data Pengujian.....	36
Tabel 4. 2 Data Pengujian Nilai Kp, Ki, Kd.....	39
Tabel 4. 3 Power Analisis .....	40
Tabel 4. 4 Data Pengujian HTTP Post .....	41





**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. Percobaan dengan beban Vaskin dummy .....	46
Lampiran 2. Desain Aplikasi Android Monitoring .....	46



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada akhir tahun 2019, Indonesia, seperti banyak negara lainnya, telah menerapkan program vaksinasi COVID-19 dalam upaya untuk memerangi pandemi. Vaksin-vaksin ini diberikan kepada penduduk tanpa biaya dan disediakan oleh pemerintah. Pada Juni 2023, Indonesia mencabut status pandemi COVID-19 dan menggantinya dengan status endemi. Keputusan ini didasarkan pada berbagai pertimbangan.

Vaksinasi adalah salah satu alat paling efektif dalam memerangi penyebaran penyakit menular, tetapi efektivitas vaksin dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Salah satu faktor yang sering terabaikan adalah pengendalian suhu. Sebagian besar vaksin memerlukan kontrol suhu ketat dari titik produksi hingga saat disuntikkan ke lengan pasien. Vaksin yang disimpan dalam suhu di luar jangkauan yang diizinkan bisa kehilangan potensinya. Jika vaksin terlalu hangat, bisa rusak, dan satu kejadian pembekuan bisa merusaknya secara permanen.

Berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Nomor HK.02.02/4/1/2021, vaksin DPT, Hepatitis B, TT, DT, DPT-HB, IPV, MR, dan Covid-19 perlu disimpan pada suhu 2-8 °C. Namun, vaksin mRNA seperti Moderna memerlukan suhu penyimpanan -20 °C, dan vaksin Pfizer memerlukan suhu penyimpanan -70 °C. Salah satu tantangan utama adalah kurangnya metode yang cepat dan mudah untuk mengidentifikasi apakah vaksin telah terpapar suhu penyimpanan yang tidak tepat, yang berpotensi menyebabkan pemberian vaksin yang tidak efektif kepada pasien tanpa pengetahuan sebelumnya.

Penyimpanan dan pengendalian suhu vaksin merupakan tantangan besar dalam penyaluran vaksin, terutama dalam skala besar seperti program vaksinasi nasional. Selain itu, bahkan jika vaksin disimpan dan dikelola dengan



#### 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

### 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

benar, masih ada tantangan lain yang perlu diatasi, seperti penerimaan masyarakat terhadap vaksin dan tantangan logistik dalam mendistribusikan vaksin ke area yang sulit dijangkau.

Dalam konteks ini, penulis mengusung Tugas Akhir berjudul "Perancangan dan Implementasi Sistem *IoT* untuk Monitoring dan Kontrol Temperatur Box *Cold Chain* dalam Penyimpanan Vaksin dengan Metode PID dan *Moving Average*" menjadi sangat efektif. Penyimpanan dan pengendalian suhu yang tepat tidak hanya berkontribusi pada efektivitas vaksin, tetapi juga membangun kepercayaan masyarakat terhadap program vaksinasi. Perancangan dan implementasi sistem semacam itu dapat membantu memastikan bahwa vaksin disimpan dalam kondisi optimal dan dapat membantu meningkatkan efektivitas vaksin serta meminimalkan kerugian akibat penanganan yang tidak tepat. Selain itu, pemantauan dan kontrol suhu yang tepat juga dapat mengurangi keraguan masyarakat tentang keefektifan vaksin dan dengan demikian meningkatkan penerimaan vaksin. Hal ini sangat penting dalam konteks pandemi COVID-19, di mana penerimaan vaksin oleh masyarakat merupakan kunci untuk mencapai kekebalan kelompok dan mengendalikan penyebaran virus.

Dalam Tugas akhir ini, penulis merancang dan mengimplementasikan sistem *IoT* (*Internet of Things*) untuk pemantauan dan kontrol suhu "*Cold Chain Box*" dalam penyimpanan vaksin. Metode PID (*Proportional-Integral-Derivative*) dan *Moving Average* digunakan dalam sistem ini untuk memastikan kontrol suhu yang tepat dan untuk meminimalkan variasi suhu yang dapat merusak vaksin.

Dengan menggabungkan teknologi *IoT* dengan metode kontrol yang tepat, penulis berharap untuk memberikan solusi yang efektif untuk tantangan penyimpanan dan distribusi vaksin, dan dengan demikian memberikan kontribusi positif untuk upaya vaksinasi di Indonesia.



**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

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka didapatkan suatu permasalahan yaitu:

- a. Bagaimana merancang sistem *IoT* yang efisien untuk memantau suhu penyimpanan vaksin COVID-19 secara real-time pada aplikasi android serta webiste?
- b. Bagaimana mengimplementasikan metode kontrol PID (*Proportional-Integral-Derivative*) dan *Moving Average* dalam sistem *IoT* untuk mencapai pengendalian suhu yang presisi dan stabil pada *Cold Chain Box*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang dan mengimplementasikan sistem *IoT* untuk pemantauan dan kontrol suhu "*Cold Chain Box*" dalam penyimpanan vaksin secara efektif.
- b. Mengoptimalkan penggunaan metode kontrol PID (*Proportional-Integral-Derivative*) dan *Moving Average* dalam sistem *IoT* untuk mencapai pengendalian suhu yang tepat dan stabil pada *Cold Chain Box*.

## 1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini, terdapat batasan masalah yaitu pada batasan perancangan dan implementasi sistem *IoT* untuk pemantauan dan kontrol suhu "*Cold Chain Box*" dalam penyimpanan vaksin. Perancangan ini tidak mencakup uji keberlangsungan vaksin yang rusak akibat suhu penyimpanan yang tidak tepat. Batas cakupan yang digunakan adalah vaksin yang beroperasi pada suhu 2-8C.

## 1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan dari tugas akhir ini yaitu:

- a. Merancang Rancangan dan Implementasi Sistem *IoT*: Tugas akhir ini menghasilkan rancangan dan implementasi sistem *IoT* yang efektif untuk memantau dan mengendalikan suhu penyimpanan vaksin pada *Cold Chain*

- Box.*
- b. Metode Kontrol Suhu yang Optimal: Tugas akhir ini menghasilkan metode kontrol suhu yang optimal menggunakan pendekatan *PID (Proportional-Integral-Derivative)* dan *Moving Average* untuk mempertahankan suhu yang tepat pada *Cold Chain Box* dalam penyimpanan vaksin.
- 
- The logo of Politeknik Negeri Jakarta is a shield-shaped emblem. It features a teal border with a white inner line. Inside the shield, there is a teal square containing the text "POLITEKNIK NEGERI JAKARTA" in white, bold, uppercase letters. Above the square, there are several curved teal lines of varying lengths, resembling a stylized sun or a wave, and a solid teal circle.

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



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perancangan sistem dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Implementasi sistem IoT untuk monitoring dan kontrol temperatur *box cold chain* dalam penyimpanan vaksin menggunakan metode PID dan *Moving Average* telah berhasil berjalan secara efektif. Sistem ini mampu beroperasi secara bersamaan dengan metode PID dan *Hysteresis* untuk mengontrol temperatur secara presisi, serta mengaplikasikan teknik *smoothing* data pada sensor suhu *thermocouple* melalui *Moving Average*, dengan merata-rata nilai setiap 250ms dalam jangka waktu 1500ms untuk menghasilkan pembacaan yang lebih stabil dan akurat. Pada aspek monitoring, sistem ini menunjukkan keandalan yang tinggi dengan berhasil mengirimkan 100% data ke aplikasi dalam waktu 20 menit, menjamin transmisi informasi yang stabil dan terpercaya tanpa kehilangan data.
2. Kinerja sistem keseluruhan menunjukkan kualitas dan performa yang baik dan sesuai yang diharapkan. Sistem kontrol PID telah menghasilkan respon sistem yang stabil dengan nilai Kp sebesar 75, nilai Ki sebesar 0.5, dan nilai Kd sebesar 0.1 dengan rasio kesalahan yang masih baik.

### 5.2 Saran

Diharapkan agar kedepanya Alat Sistem IoT untuk Monitoring dan Kontrol Temperatur *Box Cold Chain* dalam Penyimpanan Vaksin dengan Metode PID dan *Moving Average* dapat di kembangkan lagi secara lebih baik lagi. Terdapat saran yang dapat penulis sampaikan yaitu pada alat ini akan pada sisi efisiensi hemat daya serta desain produk pada box telebih kedap.



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



## DAFTAR PUSTAKA

- Adani, F., & Salsabil, S. (2019). Internet of Things: Sejarah Teknologi dan Penerapannya. *Isu Teknologi* , 92-99.
- KEMENKES RI. (2021). *Keputusan Direktur Jenderal Pencegahan Dan Pengendalian Penyakit . Nomor HK.02.02/4/ 1 /2021 .* KEMENKES RI.
- Krisdayanes, G. (2019). *Penggunaan Thermocouple Type K pada Oven Pemanggang Kue Sebagai Sensor Temperatur Berbasis Mikrokontroler Atmega 328.* Medan: USU.
- Maulana, I. F. (2020). Penerapan Firebase Realtime Database pada Aplikasi E-Tilang Smartphone berbasis Mobile Android . *Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi* , 854-863.
- Nossal. (2003). *Vaccines, in: Fundamental Immunology. 5 Th Ed. .* Philadelphia: Wilkins Company.
- Nugroho, A., Andromeda, T., & Riyadi, M. A. (2021). PID Controller Implementation for Temperature Control in Leakage Current Test Chamber 20KV Insulator. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 106-112.
- Nurfadilah, A., & Budi, W. (2022). Penerapan Metode Moving Average untuk Prediksi Indeks Harga Konsumen. *Jurnal Matematika*, 19-25.
- Ogata, K. (2010). *Modern Control Engineering Fifth Edition.* Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Ponikvar, D. (2022). Experiments on temperature regulation using a Peltier element and PID technique. *European Journal of Physics*, 1-14.
- Pramoedya, H. A., Priyadi, B., & Luqman, M. (2023). Implementasi Kontrol PID untuk Mengontrol Suhu dan Level pada Alat Vending Machine. *Jurnal Elkolind*, 18-25.
- Rofi'i, M., Titisari, S. D., & Utomo, B. (2019). Waterbath Calibrator with Nine Channels Sensor. *IJEEMI*, 1-6.
- Rosyidi, & Muhammad Sa'ad. (2019). *Rancang Bangun Alat Pembersih dan Penyortir Ukuran Telur Asin Berbasis Arduino Mega 2560.* Malang: ITN.

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

Sirojuddin, J. (2019). *Rancang Bangun Aplikasi NFC Pada Smartphone Untuk Acces Pintu Dan Fasilitas Serta Media Pembayaran Kamar Kost*. Malang: ITN.

Subagyo, P. (2004). *Forecasting: konsep dan aplikasi* .

Suradi, & Amalia, R. (2016). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Biogas pada Input Purifikasi dan Output Storage*. Surabaya: ITS.

WHO. (2021). *vaksin mRNA COVID-19*. COMIRNATY® (Tozinameran),.





## © 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

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Percobaan dengan beban Vaskin *dummy*



### Lampiran 2. Desain Aplikasi Android Monitoring

