



© 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



**PENGENDALIAN SIRKULASI UDARA RUANG  
PENYIMPANAN BATERAI *LEAD ACID* BERBASIS IoT**

**THESIS**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**ROBBY FIERDAUS**

**NIM. 2109511004**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO  
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**DEPOK**

**2023**



© 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



**PENGENDALIAN SIRKULASI UDARA RUANG  
PENYIMPANAN BATERAI *LEAD ACID* BERBASIS IoT**

**THESIS**

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan  
mencapai derajat Magister Terapan dalam Bidang Rakayasa Tenaga Listrik

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**ROBBY FIERDAUS**

**NIM. 2109511004**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO  
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**DEPOK**

**2023**



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

HALAMAN PENGESAHAN

Thesis ini yang diajukan oleh:

Nama : Robby Fierdaus  
NIM : 2109511004  
Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro  
Judul : Pengendalian Sirkulasi Udara Ruang Penyimpanan Baterai  
*Lead Acid Berbasis IoT*

telah diuji oleh Tim Penguji dalam Sidang Tesis pada hari Sabtu tanggal 19 Agustus tahun 2023 dan dinyatakan LULUS untuk memperoleh derajat gelar Magister Terapan pada Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.

Pembimbing I	: Dr. Isdawimah, S.T., M.T.	(  )
Pembimbing II	: Nuha Nadhiroh, S.T., M.T.	(  )
Penguji I	: Nana Sutarna, S.T., M.T., Ph.D.	(  )
Penguji II	: Dr. Prihatin Oktavasari, S.Si., M.Si.	(  )
Penguji III	: Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.	(  )

Depok, 28 Agustus 2023

Disahkan Oleh,  
Kepala Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta



Dr. Isdawimah, S.T., M.T.

NIP. 196305051988112001



## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang saya susun ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Robby Fierdaus

NIM : 2109511004

Tanda Tangan :

Tanggal : 30 Juli 2023

**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 :**

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

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT atas Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tesis ini yang berjudul **“Pengendalian Sirkulasi Udara Ruang Penyimpanan Baterai *Lead Acid* Berbasis IoT.”**

Dalam menyelesaikan laporan tesis ini, penulis banyak mendapatkan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga laporan tesis ini dapat terselesaikan.

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Isdawimah, S.T., M.T. dan Nuha Nadhiroh S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dan memberikan masukan dalam setiap bimbingan penelitian.
2. P3M Politeknik Negeri Jakarta yang telah mendukung terselesainya penelitian ini.
3. Semua staff di Pascasarjana dan Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta yang telah membantu secara administrasi.
4. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan moral kepada penulis.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam penulisan laporan tesis ini. Saran dan kritik yang konstruktif akan sangat membantu agar laporan ini dapat menjadi lebih baik.

Depok, 30 Juli 2023

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

**DAFTAR ISI**

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penyajian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Literatur Review	4
2.2. Baterai	5
2.3. Parameter Baterai	6
2.4. Proses Charge dan Discharge Baterai Lead Acid	7



## © 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

2.5.	Kandungan Hidrogen pada Ruang Baterai	8
2.6.	Masa Pakai Baterai	8
2.7.	<i>Safety</i> Ruang Baterai	9
2.8.	Internet of Things (IoT)	10
2.9.	Arduino	11
2.10.	Keterbaruan	14
BAB III		15
METODOLOGI PENELITIAN		15
3.1.	Rancangan Penelitian	15
3.1.1.	Pengumpulan Data Preventive Maintenance	15
3.1.2.	Perancangan Sistem Sirkulasi Udara Ruang Penyimpanan Baterai	17
3.1.3.	Diagram Blok Sistem monitoring dan kontrol suhu ruang baterai	18
3.1.4.	Diagram Alir Penelitian	19
3.2.	Realisasi Penelitian	20
3.2.1.	Implementasi Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu Ruang Baterai	21
3.2.2.	Rangkaian Skematik Alat	23
3.2.3.	Cara Kerja Sistem Monitoring dan Kontrol	24
3.2.4.	Pemrograman Sistem Monitoring dan Kontrol dengan Arduino IDE	25
3.2.5.	Pengembangan Sistem Monitoring pada Blynk IoT	27
3.3.	Metode dan Teknik Analisa Data	28
3.3.1.	Variabel yang Diamati	29
3.3.2.	Lokasi dan Durasi Penelitian	29
BAB IV		31
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		31
4.1.	Pengujian Sensor Suhu	31



## © 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

4.1.1.	Deskripsi Pengujian	31
4.1.2.	Prosedur Pengujian	31
4.1.3.	Hasil Pengujian	32
4.1.4.	Analisa Hasil Pengujian	33
4.2.	Pengujian Sensor Gas H <sub>2</sub>	34
4.2.1.	Deskripsi Pengujian	35
4.2.2.	Prosedur Pengujian	35
4.2.3.	Hasil Pengujian	36
4.2.4.	Analisa Hasil Pengujian	37
4.3.	Pengujian Deskripsi Kerja	38
4.3.1.	Deskripsi Pengujian	38
4.3.2.	Prosedur Pengujian	38
4.3.3.	Hasil Pengujian	39
4.3.4.	Analisa Hasil Pengujian	40
4.4.	Pengujian Penurunan Konsentrasi Gas H <sub>2</sub>	41
4.4.1.	Deskripsi Pengujian	41
4.4.2.	Prosedur Pengujian	42
4.4.3.	Hasil Pengujian	42
4.4.4.	Analisa Hasil Pengujian	42
4.5.	Pengujian Kinerja Sistem Monitoring dan Kontrol	44
4.5.1.	Deskripsi Pengujian	44
4.5.2.	Prosedur Pengujian	44
4.5.3.	Hasil Pengujian	44
4.5.4.	Analisa Hasil Pengujian	48
4.6.	Analisa Kelembaban pada ruang Bateri Jenis Lead Acid	50





## © 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

4.7.	Pengujian Notifikasi Alarm pada Sistem Sirkulasi Udara	52
	BAB V	54
	SIMPULAN DAN SARAN	54
5.1.	Simpulan	54
5.2.	Saran	54
	DAFTAR PUSTAKA	56
	Lampiran	58





**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 GAMBAR**

Gambar 2.1. Proses Elektrokimia pada Baterai	5
Gambar 2.2. <i>Ambient Temperature vs. Service Lifetime</i>	9
Gambar 2.3. Pin NodeMCU ESP8266	12
Gambar 2.4. Sensor DHT11	13
Gambar 2.5. Sensor MQ8	13
Gambar 3.1. Dokumentasi Pelaksanaan <i>Preventive Maintenance</i> Bulan Juni 2020	17
Gambar 3.2. Ruang Penyimpanan Baterai	18
Gambar 3.3. Layout Sistem Sirkulasi Udara pada Ruang Baterai	18
Gambar 3.4. Blok Diagram Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu Ruang Baterai	19
Gambar 3.5. Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.6. Realisasi Alat	21
Gambar 3.7. Implementasi Alat pada Ruang Baterai ST Common	21
Gambar 3.8. Rangkaian Skematik Alat	23
Gambar 3.9. Diagram Alir Sistem Monitoring dan Kontrol Sirkulasi Udara	25
Gambar 3.10. List Program Library sensor suhu dan sensor gas H <sub>2</sub>	25
Gambar 3.11. List Program Void Setup sensor suhu dan sensor gas H <sub>2</sub>	26
Gambar 3.12. List Program Void Loop sensor suhu dan sensor gas H <sub>2</sub>	26
Gambar 3.13. Tampilan Sistem Monitoring dan Kontrol via <i>Smartphone</i>	29
Gambar 3.14. Tampilan Sistem Monitoring dan Kontrol via <i>Personal Computer</i>	30
Gambar 4.1. Pengujian Kalibrasi Sensor DHT 11	33
Gambar 4.2. Grafik Pengujian Sensor Suhu DHT11	34



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

Gambar 4.3 Tampilan <i>Gas Leak Checker</i> RKI SP-220	37
Gambar 4.4. Hasil Proses Pengendalian Gas H <sub>2</sub> (a) Kenaikan Konsentrasi H <sub>2</sub> (b) Penurunan Konsentrasi H <sub>2</sub>	42
Gambar 4.5. Kinerja Sistem Sirkulasi Udara pada Juni 2023	50
Gambar 4.6. Kondisi Terminal dan Kabel Konektor Baterai	50
Gambar 4.7 Alarm Notifikasi Suhu dan Gas H <sub>2</sub>	53





**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 TABEL**

Tabel 3.1. Data Preventive Maintenance Baterai	15
Tabel 3.2. Spesifikasi Alat	22
Tabel 3.3. Mapping Alamat I/O	24
Tabel 3.4 Tabel Logic Operasi Fan Sirkulasi Udara	27
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Sensor Suhu	32
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Sensor Gas H <sub>2</sub>	36
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Deskripsi Kerja Sistem Mode Manual	39
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Deskripsi Kerja Mode Otomatis dengan Nilai H <sub>2</sub> rendah	39
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Deskripsi Kerja Mode Otomatis dengan Nilai H <sub>2</sub> Tinggi	39
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Respon Time	40
Tabel 4.7. Data Hasil Pengujian Sebelum Implementasi Sistem Sirkulasi	44
Tabel 4.8. Data Hasil Pengujian Setelah Implementasi Sistem Sirkulasi	46
Tabel 4.9. Perbandingan Data PM pada Ruang Baterai GT dan ST	46
Tabel 4.10. Kinerja Sistem Sirkulasi Udara Bulan Juni 2023	47
Tabel 4.11. Kinerja Sistem Sirkulasi Udara Suhu dan Kelembaban Bulan Juni 2023	51
Tabel 4.12. Tahapan Alarm Notifikasi Parameter dalam Ruang Baterai	52





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

## ABSTRAK

Nama : Robby Fierdaus  
Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro  
Judul Tesis : Pengendalian Sirkulasi Udara Ruang Penyimpanan Baterai *Lead Acid* Berbasis IoT

Baterai digunakan sebagai backup *power supply* pada saat blackout di unit pembangkit listrik. Suhu ruang penyimpanan baterai di *ST Common* berubah-ubah antara 28 °C - 35 °C dan konsentrasi gas H<sub>2</sub> dapat mencapai 1000 ppm. Hal ini disebabkan karena sirkulasi udara yang kurang baik dan suhu lingkungan pembangkit listrik yang dapat mencapai 35 °C. Standar IEEE 1187-2002 menyarankan bahwa suhu ruang penyimpanan baterai berada dikisaran 25°C. Hal ini dikhususkan agar *lifetime* baterai jenis *lead acid* dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Selain itu konsentrasi gas H<sub>2</sub> yang disarankan oleh standar *Uniform Fire Code* (UFC) adalah kurang dari 100 ppm, karena gas H<sub>2</sub> termasuk dalam *explosive gasses* dan berbahaya bagi manusia. Sistem pengendalian sirkulasi udara diharapkan dapat mengontrol dan memonitoring suhu serta konsentrasi gas H<sub>2</sub> dalam ruang penyimpanan baterai sesuai dengan standar. Pengaturan sirkulasi udara pada ruang penyimpanan baterai jenis *lead acid*, menggunakan metode kontrol *on-off* dengan input berupa variabel suhu ruang dan kandungan gas H<sub>2</sub>. Sistem kontrol dan *monitoring* sirkulasi udara ruang penyimpanan baterai dikembangkan dalam *platform* IoT melalui aplikasi Blynk. Penggunaan sensor DHT11 dan MQ8 untuk mendeteksi nilai suhu dan konsentrasi gas H<sub>2</sub> dalam ruang penyimpanan baterai terbukti cukup baik dengan nilai error <5%. Sistem sirkulasi udara dapat bekerja sesuai deskripsi dengan akurasi 100% dan konsentrasi gas H<sub>2</sub> dapat dijaga dibawah 100 ppm dengan durasi penurunan konsentrasi H<sub>2</sub> selama ± 23 jam. Selain itu suhu ruang penyimpanan baterai dapat dijaga rata-rata selama 1 tahun berada pada suhu 27,26°C namun masih terdapat penyimpangan suhu sebesar 2,26 °C diatas suhu yang disarankan.

Kata kunci: Baterai Lead Acid, Gas Hidrogen, Sirkulasi Udara, Suhu



## BABI PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Masa pakai aktual baterai di Unit Pembangkitan Muara Karang Blok 2 adalah 10-15 tahun, sedangkan masa pakai baterai yang tertera pada *manual book manufacture* dapat mencapai 20 tahun. *Cell battery* disusun secara seri paralel menjadi *battery bank* dan biasanya diletakkan pada ruang penyimpanan khusus. Suhu ruang baterai dapat mencapai 35 °C dan kandungan Gas hidrogen (H<sub>2</sub>) dalam ruang baterai mencapai > 500 ppm. Kondisi ini berdampak pada kinerja baterai, diantaranya suhu baterai mencapai 59 °C, elektroda bergelombang, air cepat habis, tegangan tiap cell menurun serta nilai tahanan dalam yang meningkat.

Desain ruang penyimpanan baterai menggunakan ventilasi dan *fan blower* sebagai sirkulasi udara. Hal ini mengakibatkan suhu ruang baterai dapat dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Terletak di pinggir pantai, suhu di daerah pembangkit listrik mencapai 35°C dan suhu kerja baterai mencapai ±50 °C, sementara suhu kerja baterai disarankan berada pada kisaran 25 °C - 40 °C [1]. Ruang penyimpanan baterai dikategorikan sebagai *hazardous area* [2] karena proses *charge* dan *discharge* pada baterai menghasilkan gas H<sub>2</sub> yang berbahaya [3]. Oleh karena itu, ruang penyimpanan baterai harus memiliki sirkulasi udara yang baik dan aliran udara menuju atmosfer dengan menjaga suhu ruang penyimpanan baterai stabil di 25°C [4]. Pada *manual book battery*, dijelaskan bahwa *lifetime* dan *performance* baterai berbanding terbalik dengan temperatur baterai [5].

Teknologi saat ini berkembang dengan memanfaatkan IoT sebagai media monitoring suhu ruang baterai secara *real time* [6]. Beberapa penelitian menggunakan pemodelan matematis untuk melihat seberapa lama baterai dapat bertahan pada suhu lingkungan tertentu [7]. Selain itu terdapat penelitian yang melihat kondisi baterai melalui nilai tahanan dalamnya [8]. Pada penelitian ini menawarkan sebuah perancangan sistem sirkulasi udara dingin pada ruang penyimpanan baterai berbasis IoT. Pengaturan sirkulasi udara dapat menjaga suhu ruang baterai serta menurunkan kandungan gas H<sub>2</sub>. Selain itu, penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu metode pemeliharaan pada baterai dan indikator *safety* pada area baterai *lead acid*.

Pada umumnya sirkulasi udara ruang penyimpanan baterai hanya mengalirkan udara dengan suhu lingkungan [9], sehingga suhu ruang dapat meningkat tergantung

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

dari suhu lingkungan [10]. Penelitian ini mengembangkan sistem kontrol dan monitoring sirkulasi udara menuju ruang penyimpanan baterai yang dapat dipantau secara *real-time* dan dapat diakses dari manapun melalui perangkat IoT yang ekonomis. Sistem yang dikembangkan dilengkapi dengan *datalog* sehingga diperoleh laju perubahan temperatur ruang baterai terhadap waktu. Dengan menjaga suhu ruang baterai diharapkan dapat meningkatkan masa pakai baterai jenis *lead acid* sehingga lebih menguntungkan dari segi biaya investasi baterai maupun biaya pemeliharaan pada pembangkit listrik.

### 1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai pengaturan sirkulasi udara pada ruang penyimpanan baterai *lead acid* berbasis IoT dengan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain sirkulasi udara yang dapat diimplementasikan pada ruang penyimpanan baterai *lead acid* pada pembangkit listrik?
2. Bagaimana akurasi sensor yang digunakan pada sistem kontrol dan monitoring sirkulasi udara ruang penyimpanan baterai?
3. Bagaimana kinerja sistem kontrol dan monitoring sirkulasi udara pada ruang penyimpanan baterai *lead acid* berbasis IoT?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Merancang sistem sirkulasi udara dengan menggunakan *blower* pada ruang penyimpanan baterai *lead acid* pada pembangkit listrik
2. Mengidentifikasi akurasi sensor yang digunakan pada sistem kontrol dan monitoring sirkulasi udara ruang penyimpanan baterai
3. Menganalisa kinerja sistem sirkulasi udara pada ruang penyimpanan baterai agar suhu ruang di bawah  $27^{\circ}\text{C}$  dengan kandungan gas  $\text{H}_2$  kurang dari 100 ppm secara *real time* berbasis IoT.

### 1.4. Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan pada ruang penyimpanan baterai ST Common PLTGU Blok 2 UP Muara Karang.
2. Baterai yang digunakan adalah baterai *lead acid* jenis *grid plate* merk HOPPECKE OSP.HC.1020.





**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

3. Aplikasi IoT menggunakan hardware ESP8266 dengan software Blynk IoT.
4. Pengukuran dilakukan pada nilai suhu ruang, dan kandungan gas H<sub>2</sub> pada ruang penyimpanan baterai

**1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini diantaranya :

1. Dapat diterapkan pada ruang baterai jenis lead acid untuk menjaga suhu ruang penyimpanan baterai *lead acid*.
2. Dapat menghemat biaya investasi pembangkit listrik dari optimalisasi masa pakai baterai.
3. Dapat menjaga keamanan dalam ruang baterai dari potensi bahaya akibat akumulasi konsentrasi H<sub>2</sub> dalam ruangan.

**1.6. Sistematika Penyajian**

Penyusunan laporan tesis yang berjudul pengaturan sirkulasi udara pada ruang penyimpanan baterai *lead acid* berbasis IoT menggunakan sistematika penyajian sebagai berikut:

**Bab I      Pendahuluan**

Merupakan penjelasan terkait latar belakang permasalahan, tujuan dan manfaat penelitian

**Bab II     Tinjauan Pustaka**

Merupakan referensi komponen yang digunakan, sistem IoT, standar ruang penyimpanan baterai, serta faktor yang mempengaruhi lifetime baterai

**Bab III    Metodologi Penelitian**

Merupakan pendekatan, metode, teknik, perancangan dan cara kerja alat yang dikembangkan. Lokasi penelitian dilakukan di pada ruang penyimpanan baterai di PLTGU Muara Karang Blok 2 Steam Turbine.

**Bab IV    Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Memuat hasil penelitian dan pembahasan bersifat terpadu. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk daftar tabel atau gambar/grafik/peta.

**Bab V     Simpulan dan Saran**

Merupakan pernyataan singkat dan tepat yang diungkapkan sebagai hasil penelitian dan pembahasan untuk menjawab permasalahan yang diajukan atau untuk membuktikan kebenaran hipotesis





## BAB V SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Simpulan

- 1) Sirkulasi udara ruang penyimpanan baterai lead acid menggunakan 4 unit *fan blower* 20 in. Hasil pengujian kinerja sistem sirkulasi udara menunjukkan bahwa sistem sirkulasi dapat merespon perubahan suhu dan konsentrasi gas H<sub>2</sub> dengan respon time rata-rata 2 detik dan akurasi 100% dalam mengoperasikan *fan blower* melalui aplikasi Blynk.
- 2) Sensor suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT11 dengan akurasi rata-rata 1,25%. Sedangkan sensor gas H<sub>2</sub> menggunakan sensor MQ8 yang mampu menunjukkan nilai konsentrasi gas secara lebih detail dibandingkan dengan alat ukur *gas leak checker* SP-220.
- 3) Sistem kontrol sirkulasi udara ruang penyimpanan baterai dapat menurunkan suhu ruang dari yang awalnya fluktuatif antara 28 °C – 35 °C menjadi rata-rata sebesar 27,26 °C. Hasil ini masih terdapat penyimpangan suhu sebesar 2,26 °C diatas suhu ruang yang disarankan. Namun telah baik dalam menjaga konsentrasi gas H<sub>2</sub> berada di bawah 100 ppm sesuai dengan rekomendasi standar UFC. Selain itu tingkat kelembapan yang termonitoring selama Bulan Juni 2023 adalah sebesar 58,84%. Nilai ini telah sesuai dengan standar keamanan bagi manusia.
- 4) Sistem notifikasi dan alarm dapat beroperasi dengan baik mengirimkan informasi melalui notifikasi HP dan email dengan waktu pengiriman kurang dari 2 sec.

### 5.2. Saran

- 1) Penelitian ini dapat diimplementasi pada ruang baterai jenis lead acid pada unit pembangkit listrik maupun unit bisnis lain yang digunakan sebagai *back up power supply*
- 2) Untuk aplikasi dengan performance yang lebih baik disarankan menggunakan sensor suhu dan sensor gas dengan standar industrial, sehingga lebih tahan lama dan memiliki akurasi yang lebih baik.
- 3) Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan 5 titik sensor suhu dan 4 titik sensor gas untuk mendapatkan nilai pembacaan yang lebih akurat dalam luasan ruang baterai lebih dari 60 m<sup>2</sup>.

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

- 4) Penambahan AC split sangat dibutuhkan agar dapat menjaga suhu ruang baterai mencapai 20 °C – 25 °C sesuai dengan rekomendasi buku panduan. Sehingga dapat mengoptimalkan masa pakai baterai.



© 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





## DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Cao, G. Xia, T. Li, and J. Wang, "Thermal characteristics of battery module with trapezoidal structure," *Numeri Heat Transf A Appl*, vol. 74, no. 11, pp. 1701–1714, Dec. 2018, doi: 10.1080/10407782.2018.1517553.
- [2] IEEE Std 1187-2002™, *IEEE Recommended Practice for Installation Design and Installation of Valve-Regulated Lead-Acid Storage Batteries for Stationary Applications*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2002.
- [3] A. Bhatia, *Battery room ventilation and safety: from continuing education and development inc.Safety*, vol. p 1-15. NJ, Course No: M05-021, 2019.
- [4] S. Mahlangu, M. Sibanyoni, L. Ngoma, and S. P. D. Chowdhury, "The design of HVAC network control panel for battery room," in *6th IEEE International Energy Conference, ENERGYCon 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Sep. 2020, pp. 787–791. doi: 10.1109/ENERGYCon48941.2020.9236618.
- [5] HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG, *Installation, commissioning, and operating instructions for vented stationary lead-acid batteries*. 2013.
- [6] C. S. Lai, L. L. Lai, and Q. H. Lai, *Smart Grids and Big Data Analytics for Smart Cities*, vol. Chapter 5. Springer International Publishing, 2021. doi: 10.1007/978-3-030-52155-4.
- [7] L. Zarri, IEEE Power Electronics Society, IEEE Industrial Electronics Society, IEEE Industry Applications Society, and Institute of Electrical and Electronics Engineers, *Lead-Acid Battery modelling in perspective of ageing: a Review*. 2019.
- [8] J. Kischkel, "VRLA Lead Acid Battery and Its Internal Resistance," Mar. 2019.
- [9] IEEE Std 484-2003™, *IEEE Recommended Practice for Installation Design and Installation of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Applications*. IEEE, 2003.
- [10] Y. Fan, Y. Bao, C. Ling, Y. Chu, X. Tan, and S. Yang, "Experimental study on the thermal management performance of air cooling for high energy density cylindrical lithium-ion batteries," *Appl Therm Eng*, vol. 155, pp. 96–109, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2019.03.157.
- [11] Z. Jamaluddin, Eka. , S. Me. P. I. Ir. Firmansyah, and D. S. M. I. Ir. Wijaya, "Pengaruh Suhu Terhadap Baterai Pada Kondisi Baterai Seri Dan Paralel Menggunakan Ltspice," UGM, Yogyakarta, 2022.

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

- [12] M. R. Mubarak, F. S. T. M. T. Filiana, and A. M. J. Ph. D. Marindra, “Perancangan sistem monitoring state of charge dan state of health baterai lead acid berbasis internet of thing,” 2022.
- [13] C. Rizkyanto and M. Eng. S. Ir. Witantyo, “Analisis Pengaruh Temperature Terhadap Ketahanan Kontainer Baterai untuk Meningkatkan Service Life pada free Maintenance Battery,” 2018.
- [14] T. I. C. Buidin and F. Mariasiu, “Modeling approach of an air-based battery thermal management system for an electric vehicle,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 11, no. 15, Aug. 2021, doi: 10.3390/app11157089.
- [15] A. Rauniyar *et al.*, “Design and development of a real-time monitoring system for multiple lead-acid batteries based on Internet of things,” *Future Internet*, vol. 9, no. 3, Jun. 2017, doi: 10.3390/fi9030028.
- [16] M. Iffikrul, A. Suhaidi, N. Hidayah, and M. Yunus, “Development of Blynk IoT-Based Air Quality Monitoring System,” 2021.
- [17] S. Raharjo, Jamaluddin, and Azhar, “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Sirkulasi Udara Dalam Ruangan Berdasarkan Kadar Gas Karbon Monoksida (CO),” *JURNAL TEKTR0*, vol. 1, no. 2, p. 59, 2018.

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

Lampiran

**KONDISI ABNORMAL**



**INVESTIGASI MASALAH**



**Pengukuran CO & LEL**



Working machine	Perangkat	Location	Daerah / area	Pengelasan Gas / gas weld :	01	Yuli	2020
Tanda tangan (signature)	Fasilitas		Peralatan / Equipment No :	Multi	Survei	Gas Ulang	Gas Ulang
Saya menyetujui dan akan bertanggung jawab atas hubungan dengan GHS / I will take responsibility and have complete for the responsibility in relation to the device			Tipe gas / gas type : Gas / Gas Detector :	0		Partisi	Zona
Supervisor Senior Produksi			CO 8 ppm	% of LEL	0		
Palaksana			A-27	% Oxygen	20.6		
Supervisor Senior KI			B-30	Toxic gas	CO 30 ppm		
			C-18	Name / nama			
			D-11	Temp. (°C)			
				Inisial / Inisial			

**CO = 30 ppm (std < 25 ppm)  
LEL = 0**

## TEMUAN

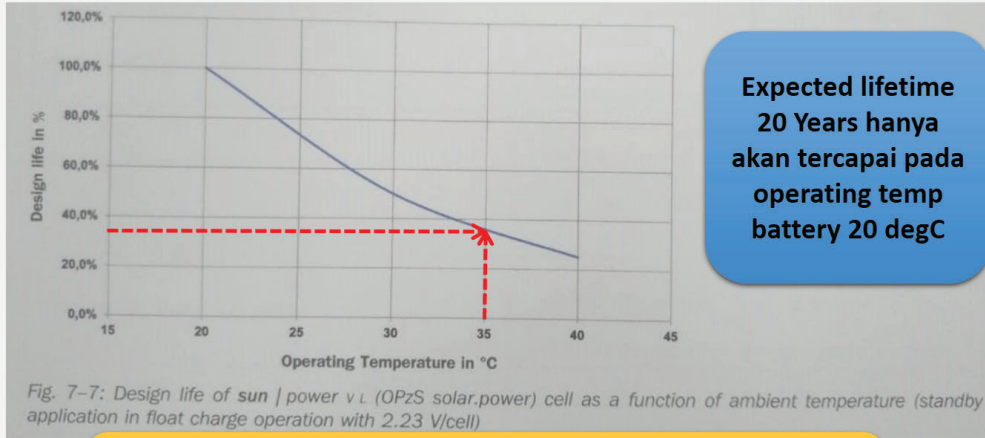


Fig. 7-7: Design life of sun | power v.l. (OPzS solar.power) cell as a function of ambient temperature (standby application in float charge operation with 2.23 V/cell)

Kondisi eksisting ruangan mencapai 35 degC maka lifetime battery seharusnya adalah  $\pm 40\%$  dari 20 Years = 8 Years (Umur Battery ST  $\pm 9$  th 6 bln, First ST Online Januari 2011)



- 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