

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE *SMOKE DETECTOR*  
BERBASIS IOT (*INTERNET OF THINGS*) UNTUK  
KENDARAAN LISTRIK MENGGUNAKAN BATERAI TIPE  
*LITHIUM-ION (LI – ION) 18650***



*Mencerdaskan &  
Memartabatkan Bangsa*

Oleh:

**Zalfa Zahiya**

1518619012

Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik

**PROGRAM STUDI  
REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
TAHUN 2024**

## LEMBAR PENGESAHAN I

Judul : RANCANG BANGUN PROTOTIPE *SMOKE DETECTOR*  
BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) UNTUK  
KENDARAAN LISTRIK MENGGUNAKAN BATERAI  
TIPE *LITHIUM-ION* (LI – ION) 18650

Penyusun : Zalfa Zahiya


NIM : 1518619012

Tanggal Ujian : 28 Desember 2023


Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

  
**Pratomy Setyadi, S.T., M.T.**

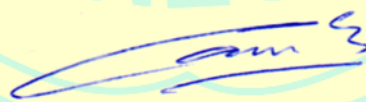
NIP. 198102222006041001

  
**Catur Setवान K., M.T., Ph.D.**

NIP. 197102232006041001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi  
Rekayasa Keselamatan Kebakaran

  
**Catur Setवान Kusumohadi, M.T., Ph.D.**

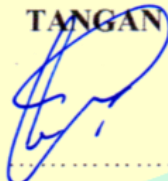
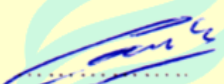
NIP. 197102232006041001

## LEMBAR PENGESAHAN II




Judul : RANCANG BANGUN PROTOTIPE *SMOKE DETECTOR*  
BERBASIS IOT (*INTERNET OF THINGS*) UNTUK  
KENDARAAN LISTRIK MENGGUNAKAN BATERAI  
TIPE *LITHIUM-ION* (LI – ION) 18650

Penyusun : Zalfa Zahiya  
NIM : 1518619012

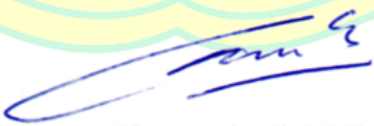
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<b><u>Pratomo Setvadi, S.T., M.T.</u></b> NIP. 198102222006041001 (Dosen Pembimbing I)		10-1-2024
<b><u>Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D</u></b> NIP. 197102232006041001 (Dosen Pembimbing II)		15/1/2024

### PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<b><u>Dr. Himawan Hadi Sutrisno, M.T.</u></b> NIP. 198105052008121002 (Ketua Penguji)		8-1-2024
<b><u>Fransisca Maria Farida, M.T.</u></b> NIP. 197612212008122002 (Sekretaris)		9-1-2024
<b><u>Dr. Imam Mahir, M.Pd.</u></b> NIP. 198404182009121002 (Dosen Ahli)		3-1-2024

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran  
Universitas Negeri Jakarta

  
**Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D**  
NIP. 197102232006041001

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Zalfa Zahiya  
No. Registrasi : 1518619012  
Tempat Tanggal Lahir : Ciamis, 09 Agustus 2001

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi dengan judul **“RANCANG BANGUN PROTOTIPE SMOKE DETECTOR BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) UNTUK KENDARAAN LISTRIK MENGGUNAKAN BATERAI TIPE LITHIUM-ION (LI – ION) 18650”** merupakan karya tulis ilmiah yang saya buat, karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini murni gagasan, rumusan dan penelitian penulis dengan arahan dosen pembimbing I dan Dosen Pembimbing II.
3. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 28 Desember 2023  
Yang membuat pernyataan,



**Zalfa Zahiya**  
NIM. 1518619012



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Zalfa Zahiya  
NIM : 1518619012  
Fakultas/Prodi : Teknik / Rekayasa Keselamatan Kebakaran  
Alamat email : Zalfaivan77.zi@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi     Tesis     Disertasi     Lain-lain (.....)

yang berjudul :

“RANCANG BANGUN PROTOTIPE SMOKE DETECTOR BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) UNTUK KENDARAAN LISTRIK MENGGUNAKAN BATERAI TIPE LITHIUM-ION (LI-ION) 18650”

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 22 Januari 2024  
Penulis

Zalfa Zahiya

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT karena telah banyak memberikan rahmat dan hidayah – Nya. penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “RANCANG BANGUN PROTOTIPE *SMOKE DETECTOR* BERBASIS IOT (*INTERNET OF THINGS*) UNTUK KENDARAAN LISTRIK MENGGUNAKAN BATERAI TIPE *LITHIUM-ION* (LI – ION) 18650”.

Skripsi ini disusun berdasarkan data primer dari hasil pengujian langsung serta data sekunder yang diperoleh dari referensi. Skripsi ini sebagai syarat wajib bagi seluruh mahasiswa sebagai pemenuhan penilaian mata kuliah skripsi pada program studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran.

Selama penyusunan skripsi ini terdapat berbagai pihak yang telah membantu penulis baik itu memberikan bimbingan, saran, kritik, maupun dukungan lainnya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada :

1. Kedua Orang Tua, mamah dan bapa serta keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung selama proses penyusunan skripsi.
2. Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, Ph.D., selaku Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran sekaligus dosen pembimbing dua.
3. Bapak Pratomo Setyadi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing satu.
4. Bapak Ir. Ja'far Amiruddin, M.T., selaku dosen penasehat akademik.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran UNJ yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
6. Seluruh staff dan admin Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran UNJ yang telah membantu penulis dalam proses administrasi.
7. Seluruh rekan mahasiswa program studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran yang membantu dan memberikan dukungan. Khususnya Skar Fidhatul Qulub yang selalu memberikan motivasi untuk menyelesaikan skripsi.
8. A Royan Ahmad Noor sebagai abang sepupu penulis yang sudah membantu banyak hal dalam meminjamkan fasilitas seperti laptop, printer dan lain sebagainya yang mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

9. Rekan tim proyek Faisal Ibin Fahlan dan Hafidz Alamsyah yang sudah ikut bekerja keras dan bekerja sama untuk menyelesaikan studi.
10. Rekan – rekan angkatan 2019 yang selalu memberikan motivasi bagi penulis untuk semangat menjalani perkuliahan.
11. Seluruh saudara penulis yang selalu memberikan support dalam penyusunan skripsi ini
12. Seluruh rekan se-kampus, abang tingkat, serta adik tingkat yang turut membantu dan menemani selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwasannya skripsi ini jauh dari kata sempurna. Untuk itu, penulis memohon maaf apabila masih terdapat kesalahan dan kekeliruan dalam penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat dijadikan pembelajaran baik bagi penulis maupun untuk pembaca.

Jakarta, 18 Oktober 2023

Penyusun,

**Zalfa Zahiya**  
NIM. 1518619012



## ABSTRAK

Zalfa Zahiya, Pratomo Setyadi, S.T., M.T., Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D., 2023, **RANCANG BANGUN PROTOTIPE *SMOKE DETECTOR* BERBASIS IOT (*INTERNET OF THINGS*) UNTUK KENDARAAN LISTRIK MENGGUNAKAN BATERAI TIPE *LITHIUM-ION* (LI – ION) 18650**, Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Baterai adalah sel elektrokimia yang dapat menghasilkan energi listrik dari reaksi kimia. Baterai *lithium-ion* termasuk salah satu jenis baterai yang dapat diisi ulang. Dalam proses pengoperasian baterai terdapat potensi kegagalan berupa korsleting, *overheat*, hingga ledakan. Terutama pada proses pengisian baterai, umumnya baterai memiliki teknologi *battery management system* (BMS), namun ada kalanya BMS tersebut terjadi kerusakan sehingga tidak dapat memutus aliran listrik pada saat pengisian daya.

Metode penelitian ini menggunakan metode desain eksperimental. Rancang bangun prototipe *smoke detector* menggunakan sensor MQ-7 yang dapat mendeteksi zat karbon monoksida (CO) dalam satuan *part per million* (ppm). Prototipe ini memiliki *output* berupa tampilan layar LCD, Lampu LED, Alarm dari Buzzer, dan Notifikasi Blynk pada *smartphone*. Pengujian prototipe ini dengan cara mengukur asap hasil ledakkan 1 sel baterai *lithium-ion* 18650 yang mengalami *overcharge*, pengujian ini dilakukan dengan mengisi daya baterai menggunakan arus konstan 3 *Amphere* tipe *fast charging*. Disiapkan 4 sampel yang memiliki *State of Charge* (SOC) 0% dan 50%.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengujian *overcharging* baterai menggunakan sensor MQ-7 dapat mendeteksi zat karbon monoksida dari asap hasil letupan baterai pada SOC 0% pengujian 1 baterai terdeteksi asap 115 ppm saat SOC baterai 512,5% (9,15V) pada suhu 97,25°C, SOC 0% pengujian 2 baterai terdeteksi asap 131,55 ppm saat SOC baterai 420,83% pada suhu 115,75°C. SOC 50% pengujian 1 baterai terdeteksi asap 27,14 ppm saat SOC baterai 189,16% pada suhu 107,5°C, dan SOC 50% pengujian 2 baterai terdeteksi asap 29,55 ppm saat SOC baterai 250% dan suhu 80,5°C. Hasil kalibrasi MQ-7 dengan CO-Meter menunjukkan *error* sebesar 2,25%.

**Kata kunci:** Baterai *lithium*, *overcharging*, detektor asap, gas karbon monoksida



## ABSTRACT

Zalfa Zahiya, Pratomo Setyadi, S.T., M.T., Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D., 2023, ***SMOKE DETECTOR DESIGN BASED ON IOT (INTERNET OF THINGS) FOR ELECTRIC VEHICLES WITH LITHIUM - ION (LI-ION) 18650 BATTERY TYPE***, Fire Safety Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Jakarta.

*A battery is an electrochemical cell that can produce electrical energy from chemical reactions. Lithium-ion batteries are one type of rechargeable battery. In the process of battery operation, there are potential failures in the form of short circuit, overheat, and explosion. Especially in the battery charging process, batteries generally have battery management system (BMS) technology, but there are times when the BMS is damaged so that it cannot cut off electricity during charging.*

*This research method uses an experimental design method. The design of the smoke detector prototype uses an MQ-7 sensor that can detect carbon monoxide (CO) in units of parts per million (ppm). This prototype has outputs in the form of an LCD screen display, LED lights, alarms from buzzers, and Blynk notifications on smartphones. Testing the smoke detector prototype by measuring the smoke from the explosion of 1 18650 lithium-ion battery cell that is overcharged, this test is carried out by charging the battery using a constant current of 3 Amphere type fast charging. Prepared 4 samples that have State of Charge (SOC) 0% and 50%.*

*The results of this study indicate that the battery overcharging test using the MQ-7 sensor can detect carbon monoxide substances from smoke from battery explosions at 0% SOC test 1 battery detected smoke 115 ppm when the battery SOC was 512.5% (9.15V) at a temperature of 97.25 °C, 0% SOC test 2 batteries detected smoke 131.55 ppm when the battery SOC was 420.83% at a temperature of 115.75 °C. SOC 50% test 1 battery detected smoke 27.14 ppm when battery SOC 189.16% at 107.5°C, and SOC 50% test 2 battery detected smoke 29.55 ppm when battery SOC 250% and temperature 80.5°C. The calibration result of MQ-7 with CO-Meter shows an error of 2.25%.*

**Keywords:** *Lithium battery, overcharging, smoke detector, carbon monoxide gas*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>1</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN I.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN II .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah .....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Kendaraan Listrik .....	7
2.1.1 Konsep Kendaraan Listrik.....	9
2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Kendaraan Listrik .....	12
2.2 Baterai Lithium-ion .....	13
2.2.1 Definisi dan Struktur Baterai <i>Lithium-ion</i> .....	13
2.2.2 Siklus Baterai <i>Lithium-ion</i> .....	17
2.2.3 Kegagalan Fungsi Baterai <i>Lithium-ion</i> .....	20
2.2.4 Kelebihan dan Kekurangan Baterai <i>Lithium-ion</i> .....	26

2.3	Pola Pergerakan Asap pada Kebakaran Ruangan.....	27
2.4	Internet of Things .....	29
2.5	Rangkaian Prototipe Smoke Detector .....	31
2.5.1	Mikrokontroler Arduino Uno R3 .....	31
2.5.2	Sensor Asap (MQ – 7).....	34
2.5.3	Nodemcu ESP8266 .....	35
2.5.4	Buzzer .....	38
2.5.5	LCD 16 x 2 dan I2C .....	40
2.6	Software Arduino IDE.....	41
2.7	Software PLX-DAQ v2.11 .....	42
2.8	Aplikasi Blynk di Android .....	42
2.9	Penelitian yang Relevan .....	42
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>44</b>
3.1	Tempat Waktu dan Objek Penelitian.....	44
3.2	Metode Penelitian.....	44
3.3	Instrumen Penelitian.....	44
3.3.1.	Alat Penelitian.....	44
3.3.2.	Bahan Penelitian.....	45
3.3.3.	<i>Software</i> Pendukung.....	45
3.4	Desain Pengujian .....	46
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	48
3.5.1.	Tahap Studi Literatur .....	49
3.5.2.	Tahap Mendesain Prototipe.....	49
3.5.3.	Tahap Persiapan Alat dan Bahan Pengujian .....	49
3.5.4.	Tahap Rancang Bangun Prototipe Smoke Detektor.....	49
3.5.5.	Tahap Menyiapkan Apparatus Pengujian .....	49
3.5.6.	Kalibrasi Sensor MQ-7 .....	50
3.5.7.	Instalasi Prototipe Pada <i>Apparatus</i> Pengujian .....	54
3.5.8.	Pengujian Baterai dengan Prototipe Smoke Detektor.....	55
3.5.9.	Pengambilan Data .....	55
3.5.10.	Pengolahan Data.....	55

3.5.11. Pembahasan dan Kesimpulan.....	56
3.6 Prinsip Kerja Prototipe Smoke Detector .....	56
3.7 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data .....	58
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>60</b>
4.1 Hasil Perancangan Prototipe.....	60
4.1.1. Komponen Utama .....	60
4.1.2. Hasil Perakitan Prototipe.....	61
4.2 Analisis Hasil Pengujian.....	65
4.2.1 Hasil kalibrasi Perbandingan Sensor MQ-7 dengan CO Meter .....	65
4.2.2 Hasil Pengujian <i>Overcharge</i> Baterai <i>Lithium – Ion</i> 18650.....	68
4.3 Aplikasi Hasil Penelitian .....	78
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>79</b>
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran.....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>81</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>86</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>126</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Skuter NIU N-GT .....	8
Tabel 2. 2 Komposisi Material Baterai Lithium-ion (Gaines & Nelson, 2012)....	13
Tabel 2. 3 Suhu Pengisian dan Pelepasan Menurut Jenis Baterai.....	18
Tabel 2. 4 Kepadatan energi dari beberapa perangkat penyimpanan energi umum dan kegunaannya. ....	19
Tabel 2. 6 Komposisi Gas Keluaran Sel Baterai dari Pengujian Sandia (Tanpa N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> atau Ar) .....	24
Tabel 2. 8. Ringkasan Output dan Input .....	32
Tabel 2. 9 NodeMCU Technical Specifications ESP8266EX .....	35
Tabel 3. 1 Tabel Pengujian Overcharging Baterai .....	47
Tabel 3. 2 Tabel Wiring (Perkabelan) Smoke Detector IoT .....	60
Tabel 4. 1 Tampilan LCD .....	63



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kendaraan Listrik Skuter .....	7
Gambar 2. 2 Konsep Sederhana Kendaraan Listrik.....	9
Gambar 2. 3 Penggolongan Baterai .....	11
Gambar 2. 4 Baterai Lithium-ion 18650 Batangan.....	14
Gambar 2. 5. Bagian bagian Baterai Lithium-ion .....	15
Gambar 2. 6 Struktur Baterai Lithium - Ion.....	16
Gambar 2. 7. Aliran ion dalam baterai Lithium – Ion.....	17
Gambar 2. 8. Mobil Bermerek BYD Berasap saat charging di Thailand .....	20
Gambar 2. 9 Sebuah sel 18650 setelah thermal runaway.....	22
Gambar 2. 10 Isi internal sel 18650 yang mengalami thermal runaway: pengumpul arus tembaga (atas) dan sisa bahan aktif (bawah) .....	22
Gambar 2. 11 CT scan dari sel 18650 normal yang menunjukkan inti tengah terbuka (kiri), dan sel 18650 pasca thermal runaway yang menunjukkan keruntuhan belitan ke dalam inti (kanan). .....	23
Gambar 2. 12 CT scan penampang sel 18650 yang mengalami thermal runaway meski elektroda tidak dikeluarkan, perbedaan tekanan alas ke tutup menyebabkan pergeseran elektroda ke arah tutup .....	23
Gambar 2. 13. Sumber panas yang terbakar pada ruangan .....	28
Gambar 2. 14. Ventilasi Terkontrol .....	28
Gambar 2. 15. Ventilasi Terbuka .....	29
Gambar 2. 16. Diagram Konsep Internet of Things (IoT) .....	30
Gambar 2. 17. Mikrokontroler Arduino UNO (ATMega328P).....	31
Gambar 2. 18. Sensor Asap MQ-7 .....	34
Gambar 2. 19. NodeMCU ESP8266 .....	36
Gambar 2. 20. Komponen Buzzer Piezoelektrik.....	38
Gambar 2. 21. LCD dan I2C .....	40
Gambar 2. 23. Tampilan Software Arduino IDE .....	42
Gambar 3. 1 Skema Pengujian Prototipe Smoke Detector .....	46
Gambar 3. 2. Diagram Alir Penelitian .....	48
Gambar 3. 3 Apparatus Pengujian (Safety Box).....	50
Gambar 3. 4 CO-Meter .....	51

Gambar 3. 5 Grafik Sensitivitas Sensor MQ-7 .....	51
Gambar 3. 6 Grafik hubungan Rs/Ro dengan PPM CO.....	53
Gambar 3. 7 Perangkat Pengujian dengan Safety Box, Peletakan Sensor MQ-7 .	55
Gambar 3. 8. Diagram Blok Sistem Smoke Detektor .....	56
Gambar 3.9. Flowchart Sistem Kerja Smoke Detektor.....	57
Gambar 3. 10 Rangkaian Prototipe Smoke Detector .....	60
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Prototipe Smoke Detector IoT.....	61
Gambar 4. 2 LED pada Kondisi Aman (a), LED pada Kondisi Bahaya (b).....	64
Gambar 4. 3 Tampilan Notifikasi Pop Up di Android .....	64
Gambar 4. 4 Tampilan Notifikasi pada Aplikasi Blynk.....	65
Gambar 4. 5 Kalibrasi Perbandingan MQ-7 dengan CO-Meter .....	66
Gambar 4. 6 Grafik Kalibrasi Perbandingan MQ-7 dengan CO-Meter.....	67
Gambar 4. 7 Grafik Kadar CO pada Pengujian 1 dengan SOC baterai 0% .....	69
Gambar 4. 8 Grafik Kadar CO pada Pengujian 2 dengan SOC baterai 0% .....	70
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Pengujian 1 dan 2 Kadar CO saat Baterai Mengalami Letupan dengan SOC Baterai 0% .....	71
Gambar 4. 10 Grafik Kadar CO pada Pengujian 1 dengan SOC 50% .....	73
Gambar 4. 11 Grafik Kadar CO pada Pengujian 2 dengan SOC 50% .....	74
Gambar 4. 12 Grafik Perbandingan Pengujian 1 dan 2 Kadar CO saat Baterai mengalami Letupan dengan SOC Baterai 50% .....	75
Gambar 4. 13 Kondisi Fisik Baterai Setelah Mengalami Letupan pada baterai dengan SOC 50% Pengujian 1 (a) Pengujian 2 (b) .....	76
Gambar 4. 14 Grafik Hasil Kadar CO pada Fenomena Khusus Ledakan Hingga Mengeluarkan Api SOC 0% .....	77
Gambar 4. 15 Kondisi Fisik Baterai Setelah Meledak dengan Api Baterai SOC 0% .....	77

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian.....	86
Lampiran 2 Kodingan Pemrograman Arduino Uno.....	87
Lampiran 3 Kodingan Pemrograman NodeMCU .....	90
Lampiran 4 Hasil Kalibrasi dengan Rs/Ro.....	92
Lampiran 5 Hasil Kalibrasi Sensor MQ-7 dengan CO-Meter .....	96
Lampiran 6 Hasil Pengujian 1 SOC 0%.....	100
Lampiran 7 Hasil Pengujian 2 SOC 0% .....	102
Lampiran 8 Hasil Pengujian 1 SOC 50%.....	104
Lampiran 9 Hasil Pengujian 2 SOC 50% .....	105
Lampiran 10 Hasil Pengujian Special Phenomenon .....	107
Lampiran 11 Datasheet Baterai Lithium-ion 18650.....	109
Lampiran 12 Datasheet Sensor MQ-7.....	123





## DAFTAR ISTILAH

<b>IOT</b>	: <i>Internet of Things</i>
<b>SOC</b>	: <i>State of Charging</i>
<b>EV</b>	: <i>Electric Vehicle</i>
<b>BMS</b>	: <i>Battery Management System</i>
<b>PPM</b>	: <i>Part per Million</i>
<b>CO</b>	: <i>Carbonmonoxyde</i>
<b>PCB</b>	: <i>Printed Circuit Board</i>
<b>I/O</b>	: <i>Input / Output</i>
<b>mAh</b>	: <i>Mili Amphere Hours</i>
<b>V</b>	: <i>Volt</i>
<b>A</b>	: <i>Amphere</i>
<b>DC</b>	: <i>Direct Current</i>
<b>AC</b>	: <i>Alternating Current</i>

