

**Sistem Early Warning Industrial Hygiene Berbasis IoT dengan
Prediksi Kondisi Bahaya Menggunakan Artificial Neural Network–
Multi Layer Perceptron (ANN-MLP)**



Intelligentia - Dignitas

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi

Oleh:

KHIYAR QOLBA SHIDIQ

NIM: 1527422037

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
TAHUN 2026**

HALAMAN JUDUL

**Sistem Early Warning Industrial Hygiene Berbasis IoT dengan
Prediksi Kondisi Bahaya Menggunakan Artificial Neural Network–
Multi Layer Perceptron (ANN-MLP)**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi

Oleh:

KHIYAR QOLBA SHIDIQ

NIM: 1527422037

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
TAHUN 2026**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
BENTUK : SKRIPSI

Nama : Khiyar Qolba Shidiq
NIM : 1527422037
Program Studi/Fakultas : Teknologi Rekayasa Otomasi/Fakultas Teknik
Judul : Sistem Early Warning Industrial Hygiene Berbasis
IoT dengan Prediksi Kondisi Bahaya
Menggunakan Artificial Neural Network–Multi
Layer Perceptron (ANN-MLP)

Ini telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian tugas akhir.

Jakarta, 29 Juli 2026
Pembimbing 1



Ir. Heri Firmansyah, M.T.
NIDN. 0014028408

Pembimbing 2



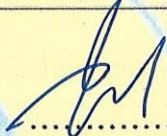
Churnia Sari, S.T,M.T.
NIDN. 0708129004

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
BENTUK : SKRIPSI**

Nama : Khiyar Qolba Shidiq
 NIM : 1527422037
 Program Studi/Fakultas : Teknologi Rekayasa Otomasi/Fakultas Teknik
 Judul : Sistem Early Warning Industrial Hygiene Berbasis IoT dengan Prediksi Kondisi Bahaya Menggunakan Artificial Neural Network–Multi Layer Perceptron (ANN-MLP)

Ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan **Lulus** / ~~Tidak Lulus~~ * Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 20 Juli 2026

Tim Penguji,

Ketua Penguji	<u>Syufrijal, S.T.,M.T.</u> NIDN. 0027037604	
Anggota Penguji 1	<u>Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M</u> NIDN. 0001106306	
Anggota Penguji (Dosen Ahli)	<u>Taryudi, Ph.D.</u> NIDN. 0006088005	
Anggota Penguji (Pembimbing 1)	<u>Ir. Heri Firmansyah, M.T.</u> NIDN. 0014028408	
Anggota Penguji (Pembimbing 2)	<u>Churnia Sari, S.T,M.T.</u> NIDN. 0708129004	

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, S.Si, Apt., M.Si
 NIDN. 0029027204

Koordinator Program Studi

Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal, S.T, M.T.
 NIDN. 0027037604

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Nama : Khiyar Qolba Shidiq
NIM : 1527422037
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Fakultas : Fakultas Teknik
Judul : Sistem Early Warning Industrial Hygiene Berbasis IoT dengan Prediksi Kondisi Bahaya Menggunakan Artificial Neural Network–Multi Layer Perceptron (ANN-MLP)

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis ilmiah ini.

Jakarta, 20 Juli 2026

Yang menyatakan,



Khiyar Qolba Shidiq

NIM. 1527422037



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN
TEKNOLOGI UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: 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 : Khiyar Qolba Shidiq

NIM : 1527422037

Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/ D4 Teknologi Rekayasa Otomasi

Alamat Email : khiyar.kqs@gmail.com

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

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

Yang berjudul:

Sistem Early Warning Industrial Hygiene Berbasis IoT dengan Prediksi Kondisi Bahaya Menggunakan Artificial Neural Network–Multi Layer Perceptron (ANN-MLP)

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan 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
Penulis

Khiyar Qolba Shidiq

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul "Sistem Early Warning Industrial Hygiene Berbasis IoT dengan Prediksi Kondisi Bahaya Menggunakan Artificial Neural Network–Multi Layer Perceptron (ANN-MLP)" sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis memperoleh bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat, kesehatan, kemudahan, dan kekuatan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, motivasi, serta dukungan moral maupun material kepada penulis.
3. Bapak Ir. Heri Firmansyah, M.T. selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, arahan, dan masukan selama penyusunan skripsi.
4. Ibu Churnia Sari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan saran yang diberikan selama penyusunan skripsi.
5. Saudari Fath Khairunnisa atas bantuan dalam mencari referensi dan dukungan selama penyusunan skripsi..
6. Teman-teman atas kebersamaan serta keluh-kesah selama perkuliahan.
7. Semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Internet of Things (IoT), Modbus RTU, edge computing, dan Artificial Neural Network Multi Layer Perceptron (ANN-MLP).

Jakarta, 05 Juli 2026

Penulis

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring industrial hygiene berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan komunikasi Modbus RTU, mengimplementasikan metode Artificial Neural Network Multi Layer Perceptron (ANN-MLP) untuk memprediksi kondisi bahaya satu jam ke depan, serta mengetahui performa sistem dalam melakukan monitoring suhu dan tingkat kebisingan secara real-time. Metode penelitian yang digunakan adalah metode rekayasa teknik (*Forward Engineering*) yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan sistem, implementasi sistem, serta pengujian dan evaluasi.. Sistem dikembangkan menggunakan Raspberry Pi 3 B+ sebagai perangkat edge computing, sensor suhu SHT20, sensor kebisingan RT-ZS-BZ-485, komunikasi Modbus RTU, basis data Supabase, dashboard Grafana, serta model ANN-MLP berbasis TensorFlow Lite. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil melakukan monitoring suhu dan tingkat kebisingan secara real-time, mengirimkan data ke basis data, serta menampilkan informasi melalui dashboard Grafana dan LCD I2C. Hasil pengujian sensor menunjukkan nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar $0,91^{\circ}\text{C}$ untuk sensor suhu dan 2,78 dB untuk sensor kebisingan. Model ANN-MLP menghasilkan akurasi prediksi di atas 90% pada kondisi ruangan stabil maupun tidak stabil sehingga mampu memberikan prediksi kondisi lingkungan satu jam ke depan sebagai early warning system. Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan sebagai sistem monitoring industrial hygiene berbasis IoT dengan kemampuan prediksi kondisi bahaya secara real-time.

Kata kunci: Industrial Hygiene, Internet of Things, ANN-MLP, Modbus RTU, Early Warning System.

ABSTRACT

This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based industrial hygiene monitoring system using Modbus RTU communication, implement the Artificial Neural Network Multi-Layer Perceptron (ANN-MLP) method to predict hazardous conditions one hour ahead, and evaluate the system's performance in real-time temperature and noise monitoring. The research employed the engineering method (*Forward Engineering*), consisting of requirements analysis, system design, implementation, testing, and evaluation. The developed system utilizes a Raspberry Pi 3 Model B+ as an edge computing device, an SHT20 temperature sensor, an RT-ZS-BZ-485 noise sensor, Modbus RTU communication, a Supabase database, a Grafana dashboard, and an ANN-MLP model implemented using TensorFlow Lite. The results show that the system successfully performs real-time monitoring of temperature and noise levels, transmits data to the database, and displays monitoring information through the Grafana dashboard and LCD I2C. Sensor testing produced a Mean Absolute Error (MAE) of 0.91°C for temperature measurement and 2.78 dB for noise measurement. The ANN-MLP model achieved prediction accuracy of over 90% under both stable and unstable environmental conditions, enabling one-hour-ahead environmental condition prediction as an early warning system. Therefore, the developed system is considered feasible for IoT-based industrial hygiene monitoring with real-time hazardous condition prediction capability.

Keywords: Industrial Hygiene, Internet of Things, ANN-MLP, Modbus RTU, Early Warning System.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	II
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	III
SURAT PERNYATAAN KEASILIAN KARYA	IV
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	V
KATA PENGANTAR.....	VI
ABSTRAK	VII
<i>ABSTRACT</i>	VIII
DAFTAR ISI	IX
DAFTAR TABEL.....	XII
DAFTAR GAMBAR	XIII
DAFTAR LAMPIRAN	XIV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Fokus Penelitian.....	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kerangka Teoritik.....	7
2.1.1 Industrial Hygiene.....	7
2.1.2 Internet of Things.....	9
2.1.3 Modbus RTU.....	10
2.1.4 Raspberry Pi.....	11
2.1.5 Sensor Suhu (SHT20)	12
2.1.6 Sensor Kebisingan (RT-ZS-BZ-485-05)	12
2.1.7 Artificial Neural Network Multi Layer Perceptron (ANN-MLP).....	13
2.1.7.1 Arsitektur Multi Layer Perceptron	14
2.1.8 Standar Scaler.....	18
2.1.9 <i>Sliding window</i>	19

2.1.10 Mean Absolute Error	20
2.1.11 Mean Absolute Percentage Error (MAPE).....	21
2.2 Penelitian Terdahulu.....	22
2.3 Kerangka Berpikir.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	25
3.2 Metode Pengembangan Produk.....	25
3.3 Bahan dan Peralatan yang Digunakan.....	26
3.3.1 Perangkat Keras	27
3.3.2 Perangkat Lunak.....	28
3.4 Rancangan Metode Pengembangan	29
3.4.1 Analisis Kebutuhan	29
3.4.2 Sasaran Produk.....	30
3.4.3 Rancangan Produk	31
3.4.3.1 Blok Diagram Sistem	31
3.4.3.2 Flowchart Sistem.....	32
3.4.3.3 Pengalamatan Sistem	34
3.4.3.4 Desain <i>Dashboard</i>	35
3.4.3.5 Desain Alat	36
3.5 Perancangan Model Artificial Neural Network.....	37
3.5.1 Dataset dan Normalisasi Data	38
3.5.2 Struktur <i>Sliding window</i>	38
3.5.3 Arsitektur Artificial Neural Network Multi Layer Perceptron.....	39
3.6 Instrumen	40
3.7 Teknik Pengumpulan Data	41
3.8 Teknik Analisis Data	42
BAB IV HASIL DESAIN/PROTOTYPE/PRODUK	44
4.1 Hasil Pengembangan Desain/Prototype/Produk	44
4.1.1 Gambaran Lokasi Penelitian	44
4.1.2 Proses Pengembangan Prototype	45
4.1.2.1 Perancangan Perangkat Keras	45
4.1.2.2 Perancangan Perangkat Lunak	48

4.1.2.3 Perancangan Model ANN-MLP	49
4.1.3 Hasil pengembangan Prototype.....	50
4.2 Kelayakan Produk	52
4.2.1 Pengujian Sensor	53
4.2.1.1 Pengujian Sensor Suhu (SHT-20)	53
4.2.1.2 Pengujian Sensor Kebisingan (RT-ZS-BZ-485-05)	54
4.2.2 Pengujian Sistem Komunikasi dan IoT.....	55
4.2.2.1 Pengujian Komunikasi Modbus RTU	56
4.2.2.2 Pengujian Pengiriman Data IoT dan Visualisasi Dashboard.....	56
4.2.3 Pengujian Model Artificial Neural Network	57
4.2.3.1 Preprocessing	57
4.2.3.2 Pembentukan Data Input Menggunakan <i>Sliding window</i>	59
4.2.3.3 Hidden Layer.....	60
4.2.3.4 Output Layer	63
4.2.3.5 Validasi Perhitungan Matematis Model ANN-MLP	64
4.2.4 Pengujian Hasil Prediksi	65
4.2.4.1 Kondisi Ruangan Stabil.....	65
4.2.4.2 Kondisi Ruangan Tidak Stabil	68
4.3 Pembahasan.....	70
4.3.1 Pembahasan Pengujian Sensor.....	71
4.3.2 Pembahasan Sistem Monitoring.....	71
4.3.3 Pembahasan Model ANN-MLP	72
4.3.4 Kelebihan dan Keterbatasan Sistem.....	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN.....	82
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Analisis Konsep Produk yang Dikembangkan	22
Tabel 3. 1 Pengalamtan Modbus	35
Tabel 3. 2 Pengalamatan GPIO Raspberry Pi 3 B+	35
Tabel 3. 3 Parameter Sliding window	39
Tabel 3. 4 Parameter Artificial Neural Network	40
Tabel 3. 5 Kisi-kisi Instrumen Penelitian	40
Tabel 4. 1 Daftar Komponen Perangkat Keras Prototype	45
Tabel 4. 2 Konfigurasi Model	50
Tabel 4. 3 Hasil Perbandingan Sensor Suhu	53
Tabel 4. 4 Hasil Perbandingan Sensor Kebisingan	54
Tabel 4. 5 Pengujian Komunikasi Modbus RTU	56
Tabel 4. 6 Data Suhu dan Kebisingan	58
Tabel 4. 7 Hasil Normalisasi StandarScaler	58
Tabel 4. 8 Input layer	59
Tabel 4. 9 Bias dan Bobot Pada Hidden Layer 1	60
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Hidden Layer Pertama	61
Tabel 4. 11 Bias dan Bobot Pada Hidden Layer 2	62
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Hidden Layer Kedua.....	62
Tabel 4. 13 Bobot dan Bias Output Layer.....	63
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Output Layer.....	63
Tabel 4. 15 Hasil Nilai Prediksi	64
Tabel 4. 16 Perbandingan Perhitungan Matematis Dengan Hasil Prediksi.....	64
Tabel 4. 17 Perbandingan Nilai Aktual dan Nilai Prediksi Pada Ruangan Stabil .	66
Tabel 4. 18 Perbandingan Nilai Aktual dan Nilai Prediksi Pada Ruangan Tidak Stabil	69
Tabel 4. 19 Perbandingan Kinerja Model ANN-MLP pada Dua Kondisi Pengujian	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Nilai Ambang Batas Suhu dan Kebisingan	8
Gambar 2. 2 Topologi Rangkaian Daisy Chain Modbus RTU.....	10
Gambar 2. 3 Raspberry Pi 3 B+	11
Gambar 2. 4 Sensor Suhu SHT 20	12
Gambar 2. 5 Sensor Kebisingan RT-ZS-BZ-485	13
Gambar 2. 6 Struktur Artificial Neural Network	15
Gambar 3. 1 Diagram Blok	32
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem.....	34
Gambar 3. 3 Desain Dashboard Grafana Cloud.....	36
Gambar 3. 4 Tampilan Desain Alat	37
Gambar 4. 1 Gambaran Tempat Penelitian	44
Gambar 4. 2 Pengalamatan GPIO Raspberry Pi 3 B+	46
Gambar 4. 3 Proses Perakitan Prototype.....	47
Gambar 4. 4 Flowchart Sistem Monitoring Industrial Hygiene.....	49
Gambar 4. 5 Hasil Perakitan Komponen	51
Gambar 4. 6 Tampilan Dashboard Grafana.....	52
Gambar 4. 7 Tampilan LCD I2C dan Lampu Indikator Kondisi	52
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Sensor dan Alat Ukur Suhu.....	53
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Sensor dan Alat Ukur Kebisingan.....	54
Gambar 4. 10 Hasil Pengiriman Data ke Supabase.....	57
Gambar 4. 11 Hasil Pengiriman Data ke Dashboard	57
Gambar 4. 12 Grafik Perbandinagn Kebisingan Kondisi Ruangan Stabil.....	66
Gambar 4. 13 Grafik Perbandinagn Suhu Kondisi Ruangan Stabil	66
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Aktual dan Prediksi Kebisingan.....	68
Gambar 4. 15 Grafik Perbandingan Aktual dan Prediksi Suhu.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Foto Alat	82
Lampiran 2 Pengujian Nilai Error Sensor	82
Lampiran 3 Proses Perakitan Alat	82
Lampiran 4 Database Supabase	83
Lampiran 5 Tampilan Dashboard	84

