



**RANCANG BANGUN ALAT UKUR BERBASIS INTERNET OF
THINGS (IOT) UNTUK PEMANTAUAN EMISI GAS
KENDARAN BERMOTOR MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER ESP32**

SKRIPSI

SATRIA BAHUREKSA

2010314031

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

2024



**RANCANG BANGUN ALAT UKUR BERBASIS INTERNET OF
THINGS (IOT) UNTUK PEMANTAUAN EMISI GAS
KENDARAN BERMOTOR MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER ESP32**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik**

SATRIA BAHUREKSA

2010314031

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
2024**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

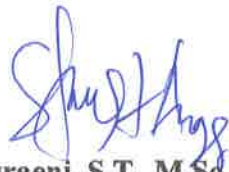
Nama : Satria Bahureksa

NIM : 2010314031

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Ukur Berbasis Internet of Things (IOT)
Untuk Pemantauan Emisi Gas Kendaraan Bermotor Menggunakan
Mikrokontroler ESP32

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Silvia Anggraeni, S.T., M.Sc., P.h.D.

Penguji Utama



Fajar Rahayu, S.T., M.T.

Penguji Lembaga



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T.,

M.T., IPM., ASEAN.Eng.

Plt. Dekan Fakultas Teknik



Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T.,

CEC.

Penguji I (Pembimbing)



Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T.,

CEC.

Ka. Prodi Teknik Elektro

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 11 Juli 2024

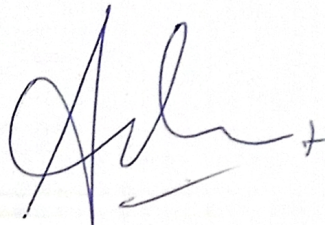
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

RANCANG BANGUN ALAT UKUR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK PEMANTAUAN EMISI GAS KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32

Satria Bahureksa
NIM 2010314031

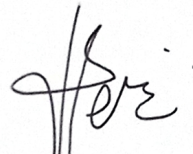
Disetujui oleh

Pembimbing I



Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T.,
CEC.

Pembimbing II

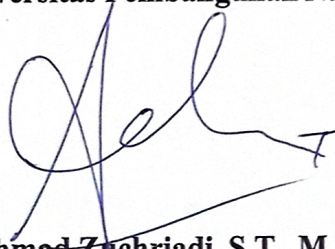


Ni Putu Devira Ayu Martini,
S.Tr.T., M.Tr.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta



Ir. Achmad Zuchriadi, S.T., M.T., CEC.

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Proposal skripsi ini merupakan hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : Satria Bahureksa

NIM : 2010314031

Program Studi : Teknik Elektro

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 11 Juli 2024

Yang menyatakan,



(Satria Bahureksa)

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Satria Bahureksa

NIM : 2010314031

Program Studi : Teknik Elektro

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Hak Bebas Royalti Nonekklusif (non Exclusive Royalti Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

RANCANG BANGUN ALAT UKUR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK PEMANTAUAN EMISI GAS KENDARAAN BERMOTOR MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/diformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 11 Juli 2024

Yang menyatakan,



(Satria Bahureksa)

RANCANG BANGUN ALAT UKUR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK PEMANTAUAN EMISI GAS KENDARAN BERMOTOR MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32

Satria Bahureksa

ABSTRAK

Kendaraan bermotor telah menjadi salah satu inovasi teknologi yang paling signifikan dalam sejarah manusia, meningkatkan mobilitas dan mendorong pertumbuhan ekonomi. Namun, dampak negatif dari emisi gas buang kendaraan bermotor terhadap lingkungan menjadi tantangan utama di abad ke-21. Di wilayah Jabodetabek, kendaraan bermotor menyumbang 44% dari total pencemaran udara, yang menyebabkan berbagai masalah kesehatan dan kerusakan lingkungan. Emisi gas buang ini mengandung senyawa berbahaya seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), sulfur oksida (SO_x), nitrogen oksida (NO_x), hidrokarbon (HC), dan partikulat timbal (Pb) yang berkontribusi terhadap efek rumah kaca dan pemanasan global. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pemantauan emisi yang efektif. Pemerintah Indonesia telah mengimplementasikan uji emisi kendaraan bermotor untuk mengurangi polusi udara dan meningkatkan keselamatan. Uji emisi ini bertujuan memeriksa kinerja mesin dan memastikan kendaraan beroperasi dalam batas emisi yang diizinkan. Penulis mengembangkan alat ukur emisi gas berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai solusi inovatif untuk pemantauan emisi kendaraan. Alat ini menggunakan sensor MQ-7, MQ-2, dan MQ-135 untuk mendeteksi senyawa CO, HC, dan CO₂ dalam gas buang kendaraan. Sistem ini mengintegrasikan data dari sensor yang ditampilkan di layar LCD dan dapat dipantau melalui aplikasi smartphone melalui koneksi internet yang dikembangkan menggunakan Arduino IDE dan Android Studio.

Kata Kunci: emisi gas buang, uji emisi, pemantauan

DESIGN OF AN INTERNET OF THINGS (IOT)-BASED MEASURING INSTRUMENT FOR MONITORING MOTORISED VEHICLE GAS EMISSIONS USING AN ESP32

Satria Bahureksa

ABSTRACT

Motorized vehicles represent one of the most significant technological innovations in human history, increasing mobility and driving economic growth. However, the negative impact of motor vehicle exhaust emissions on the environment is one of the biggest challenges in the 21st century. In the Jabodetabek area, motorized vehicles contribute 44% of total air pollution, which causes various health problems and environmental damage. The exhaust gas contains dangerous compounds such as carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂), sulfur oxide (SO_x), nitrogen oxide (NO_x), hydrocarbons (HC) and lead particles (Pb), which contribute to the greenhouse effect and global warming. To overcome this problem, effective emissions monitoring is needed. The Indonesian government has introduced vehicle emissions testing to reduce air pollution and improve safety. This emissions test aims to check engine performance and ensure the vehicle operates within permitted emission limits. The author developed an Internet of Things (IoT) based gas emission measurement tool using the ESP32 microcontroller as an innovative solution for monitoring vehicle emissions. This instrument uses MQ-7, MQ-2 and MQ-135 sensors to detect CO, HC and CO₂ compounds in vehicle exhaust gas. This system integrates sensor data displayed on an LCD screen and sent to a smartphone application for monitoring via an Internet connection. This application was developed using Arduino IDE and Android Studio.

Keyword : *exhaust emissions, emissions test, monitoring*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat-Nya yang penulis dapat menyusun Tugas Akhir ini dengan judul "**Rancang Bangun Alat Ukur Berbasis Internet Of Things (Iot) Untuk Pemantauan Emisi Gas Kendaran Bermotor Menggunakan Mikrokontroler ESP32**" dapat terlaksana dengan lancar.

Tentu tidak dapat disangkal bahwa dalam proses penyusunan laporan akhir ini, penulis menghadapi berbagai kendala dan tantangan yang memerlukan upaya serta ketekunan untuk dapat diselesaikan. Namun, berkat dukungan serta bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak, baik dalam bentuk dukungan moral maupun kontribusi materi, penulis berhasil melewati semua rintangan tersebut. Oleh karena itu, dengan tulus hati, penulis ingin menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. Yang memberikan rahmat, karunia, dan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi.
2. Orang Tua, abang, dan keluarga saya yang selalu mendukung dan memberikan semangat dalam penyusunan skripsi.
3. Bapak Achmad Zuchriadi S.T., M.T., CEC. Selaku dosen pembimbing satu yang telah memberikan banyak saran dan masukan yang sangat bermanfaat.
4. Ibu Ni Putu Devira S.Tr.T., M.Tr,T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan banyak saran dan masukan yang sangat bermanfaat.
5. Teman – teman angkatan 2020 Program Studi S1 Teknik Elektro yang telah memberikan dukungan, doa, dan membantu saya dalam menyelesaikan skripsi.
6. Adik – adik angkatan 2021, 2022, dan 2023 Program Studi S1 Teknik Elektro yang telah memberikan dukungan, semangat, dan doa dalam menyelesaikan skripsi.
7. Teman – teman saya dari jurusan lain yang telah menemani saya selama menjalani masa perkuliahan.

Penulis sadar akan keterbatasan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik, saran, dan masukan yang bersifat membangun sangat kami harapkan guna perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi yang positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta dapat menjadi bahan referensi yang berguna bagi pembaca yang membutuhkan.

Jakarta, Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Kendaraan Bermotor	10
2.2.1 Gas Buang Kendaraan Bermotor	11
2.2.1.1 Karbon Monoksida.....	12
2.2.1.2 Hidrokarbon	12

2.2.1.3 Karbon Dioksida	13
2.2.2 Regulasi Emisi Gas Kendaraan Bermotor	13
2.3 Internet of Things	14
2.4 Mikrokontroler ESP 32.....	15
2.5 Sensor Gas	16
2.5.1 Sensor MQ-7.....	16
2.5.2 Sensor MQ-2.....	17
2.5.3 Sensor MQ-135.....	18
2.6 LCD	18
2.7 LED	19
2.8 Arduino IDE	20
2.9 Android Studio	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Tahapan dan Alur Penelitian.....	22
3.2 Tahapan Perancangan	24
3.2.1 Perancangan Hardware	24
3.2.2 Skema Rangkaian	26
3.2.3 Perancangan Software.....	27
3.2.4 Prinsip Kerja VEGM	27
3.3 Pengujian Alat	29
3.4 Pengumpulan Data	29
3.5 Analisis Data.....	30
3.6 Jadwal Penelitian.....	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Perancangan	32
4.1.1 Hasil Perancangan Hardware.....	32

4.1.2 Hasil Perancangan Software	33
4.2 Pengujian Alat	33
4.3 Pengambilan Data.....	34
4.3.1 Data Sensor MQ7.....	34
4.3.2 Data Sensor MQ2.....	37
4.3.3 Data Sensor MQ135.....	39
4.4 Analisis Data.....	41
4.4.1 Analisis Pengukuran Karbon Monoksida	42
4.4.2 Analisis Pengukuran Hidorkarbon	47
4.4.3 Analisis Pengukuran Karbon Dioksida	52
4.5 Analisis Akurasi Sensor	56
4.5.1 Analisis Akurasi Sensor MQ7.....	57
4.5.2 Analisis Akurasi Sensor MQ2.....	58
4.5.3 Analisis Akurasi Sensor MQ135.....	60
4.6 Analisis Tingkat Presisi Sensor	61
4.6.1 Nilai Presisi Sensor MQ7	61
4.6.2 Nilai Presisi Sensor MQ2	62
4.6.3 Nilai Presisi Sensor MQ135	63
BAB 5 KESIMPULAN	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran	65

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Data Penyumbang Pencemaran Udara di Jabodetabek.....	1
Gambar 1.2	Uji Emisi Gas Buang Pada Motor	2
Gambar 2.1	Kendaraan Motor	10
Gambar 2.2	Gas Buang Dari Kendaraan Bermotor	11
Gambar 2.3	Internet of Things (IoT)	14
Gambar 2.4	ESP 32.....	15
Gambar 2.5	Sensor MQ7	16
Gambar 2.6	Sensor MQ2	17
Gambar 2.7	Sensor MQ135	18
Gambar 2.8	Tampilan LCD	18
Gambar 2.9	LED RGB 3 Warna	19
Gambar 2.10	Tampilan Laman Pada Arduino IDE.....	20
Gambar 2.11	Tampilan Laman Pada Android Studio	21
Gambar 3.1	Flowchart Alur Penelitian	22
Gambar 3.2	Diagram Blok.....	24
Gambar 3.3	Ilustrasi Alat Uji Emisi Gas	25
Gambar 3.4	Rangkaian Alat Uji Emisi Gas	26
Gambar 3.5	Tampilan Pada Aplikasi	27
Gambar 3.6	Diagram Kerja Alat.....	28
Gambar 4.1	Hasil Rancangan Alat	32
Gambar 4.2	Tampilan Dashboard Aplikasi.....	33
Gambar 4.3	Hasil Pengujian VEGM	34
Gambar 4.4	Diagram Grafik CO Pada Motor Honda Vario 2019	42
Gambar 4.5	Diagram Grafik CO Pada Motor Honda Beat 2019.....	43
Gambar 4.6	Diagram Grafik CO Pada Motor Honda Beat 2018.....	44
Gambar 4.7	Diagram Grafik CO Pada Motor Honda Scoopy 2023	45
Gambar 4.8	Diagram Grafik CO Pada Motor Honda Spacy 2012	46
Gambar 4.9	Diagram Grafik HC Pada Motor Honda Vario 2019	47
Gambar 4.10	Diagram Grafik HC Pada Motor Honda Beat 2019.....	48
Gambar 4.11	Diagram Grafik HC Pada Motor Honda Beat 2018.....	49
Gambar 4.12	Diagram Grafik HC Pada Motor Honda Scoopy 2023	50

Gambar 4.13 Diagram Grafik HC Pada Motor Honda Spacy 2012	51
Gambar 4.14 Diagram Grafik CO ² Pada Motor Honda Vario 2019	52
Gambar 4.15 Diagram Grafik CO ² Pada Motor Honda Beat 2019	53
Gambar 4.16 Diagram Grafik CO ² Pada Motor Honda Beat 2018	54
Gambar 4.17 Diagram Grafik CO ² Pada Motor Honda Scoopy 2023.....	55
Gambar 4.18 Diagram Grafik CO ² Pada Motor Honda Spacy 2012.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2 Baku Mutu Emisi Kategori L PERMENLHK No 8 Tahun 2023	13
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	31
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran CO Menggunakan VEGM.....	35
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran CO Menggunakan Gas Analyzer.....	36
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran HC Menggunakan Alat VEGM	37
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran HC Menggunakan Gas Analyzer.....	38
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran CO ² Menggunakan VEGM	39
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran CO ² Menggunakan Gas Analyzer	40
Tabel 4.7 Perbandingan Rata-rata Pengukuran CO Pada Honda Vario 2019	42
Tabel 4.8 Perbandingan Rata-rata Pengukuran CO Pada Honda Beat 2019	43
Tabel 4.9 Perbandingan Rata-rata Pengukuran CO Pada Honda Beat 2018	44
Tabel 4.10 Perbandingan Rata-rata Pengukuran CO Pada Honda Scoopy 2023..	45
Tabel 4.11 Perbandingan Rata-rata Pengukuran CO Pada Honda Spacy 2012....	46
Tabel 4.12 Perbandingan Rata-rata pengukuran HC Pada Honda Vario 2019	47
Tabel 4.13 Perbandingan Rata-rata Pengukuran HC Pada Honda Beat 2019	48
Tabel 4.14 Perbandingan Rata-rata Pengukuran HC Pada Honda Beat 2018	49
Tabel 4.15 Perbandingan Rata-rata Pengukuran HC Pada Honda Scoopy 2023..	50
Tabel 4.16 Perbandingan Rata-rata Pengukuran HC Pada Honda Spacy 2012....	51
Tabel 4.17 Perbandingan Rata-rata Pengukuran CO ² Pada Honda Vario 2019....	52
Tabel 4.18 Perbandingan rata-rata Pengukuran CO ² Pada Honda Beat 2019	53
Tabel 4.19 Perbandingan pengukuran CO ² Pada Honda Beat 2018.....	54
Tabel 4.20 Perbandingan Rata-rata Pengukuran CO ² Pada Honda Scoopy 2023	55
Tabel 4.21 Perbandingan Rata-rata Pengukuran CO ² Pada Honda Spacy 2012 ..	56
Tabel 4.22 Hasil Akurasi Sensor MQ7	57
Tabel 4.23 Hasil Akurasi Sensor MQ2	58
Tabel 4.24 Hasil Akurasi Sensor MQ135	60
Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Presisi Sensor MQ7.....	61
Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Presisi Sensor MQ2.....	62
Tabel 4.27 Hasil Perhitungan Presisi Sensor MQ135.....	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pengujian Alat

Lampiran 2. Pemrograman Arduino IDE

Lampiran 3. Pemrograman Android Studio

Lampiran. 4 Lembar Konsultasi Pembimbing