

KERTAS KERJA WAJIB
RANCANG BANGUN EXHAUST FAN DENGAN SISTEM
DETEKSI GAS HIDROKARBON (HC) DI GEDUNG
PENGUJIAN KENDARAAN BERMOTOR

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya



Disusun oleh :
Anggi Fathul Febrian
22033063

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNOLOGI OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025

HALAMAN PERSETUJUAN
RANCANG BANGUN ALAT EXHAUST FAN DENGAN SISTEM DETEKSI
HIDROKARBON (HC) DI GEDUNG PENGUJIAN KENDARAAN BERMOTOR
(DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN EXHAUST FAN EQUIPMENT WITH A
HYDROCARBON (HC) DETECTION SYSTEM IN THE MOTOR VEHICLE
INSPECTION BUILDING)

disusun oleh :

ANGGI FATHUL FEBRIAN
22033063

Telah disetujui oleh :

Pembimbing 1



Tanggal 3 Juli 2025

Aat Eska Fahmadi, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19880627 201902 1 000

Pembimbing 2



Tanggal 3 Juli 2025

ETHYS PRANOTO, S.T., M.T.
NIP. 19800602 200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN
RANCANG BANGUN ALAT EXHAUST FAN DENGAN SISTEM DETEKSI
HIDROKARBON (HC) DI GEDUNG PENGUJIAN KENDARAAN BERMOTOR
(DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN EXHAUST FAN EQUIPMENT WITH A
HYDROCARBON (HC) DETECTION SYSTEM IN THE MOTOR VEHICLE
INSPECTION BUILDING)

Disusun oleh:

ANGGI FATHUL FEBRIAN

22033063

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal: 10 Juli 2025

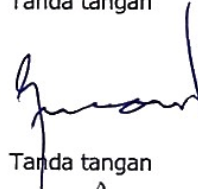
Ketua Sidang

Drs. Gunawan, M.T

NIP. 196212181989031006

Penguji 1

Tanda tangan



Tanda tangan

Aat Eska Fahmadi, S.Pd., M.Pd

NIP. 19880627 201902 1 001

Penguji 2



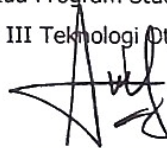
Tanda tangan

Siti Shofiah, S.Si., M.Sc

NIP. 198909192019022001



Mengetahui,
Ketua Program Studi
Diploma III Teknologi Otomotif



Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T

NIP. 19800602 200912 1 001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anggi Fathul Febrian

Notar : 22033063

Program Studi : D-III Teknologi Otomotif

Menyatakan bahwa Laporan Kertas Kerja Wajib atau Tugas Akhir dengan judul "Rancang Bangun Exhaust Fan Dengan Sistem Deteksi Hidrokarbon (HC) Di Gedung Pengujian Kendaraan Bermotor" ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang atau lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka. Dengan demikian saya menyatakan bahwa laporan KKW atau Tugas Akhir ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apalagi laporan KKW atau Tugas Akhir ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 10 Juli 2025

Yang menyatakan,

A red notary stamp from the Indonesian Ministry of Law and Human Rights (KEMHUKUMHARAN) is visible. The stamp contains the text "KEMHUKUMHARAN", "METRAHAI", "A TEMPEL", and a unique identifier "38BEAMX388612282". A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

Anggi Fathul Febrian

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Kertas Kerja Wajib dengan judul **"RANCANG BANGUN *EXHAUST FAN* DENGAN SISTEM DETEKSI HIDROKARBON (HC) DI GEDUNG PENGUJIAN KENDARAAN BERMOTOR"** sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan oleh Politeknik Keselamatan Transportasi jalan. Kertas Kerja Wajib ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) pada Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif pada Jurusan Pengujian Kendaraan Bermotor di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan. Penulis menyadari dengan keterbatasan yang dimiliki, tentunya penyusunan tugas akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu kami sangat berterima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.SiT., M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan (PKTJ)
2. Bapak Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T selaku Ketua Program Studi D III Teknologi Otomotif
3. Bapak Aat Eska Fahmadi, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini
4. Bapak Ethys Pranoto, S.T.,M.T. . selaku Dosen Pembimbing II yang bersedia untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini
5. Kedua orang tua yang selalu mendukung dan mendoakan saya.
6. Adik-adik, kakak-kakak, serta rekan-rekan taruna/i PKTJ yang selalu memberi semangat dan motivasi

Penulis berharap agar Kertas Kerja Wajib ini bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi semua pembaca, baik sebagai bahan masukan, bahan perbandingan dan maupun sebagai tambahan ilmu.

Tegal, 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar belakang	1
I.2 Rumusan masalah	3
I.3 Tujuan penelitian	3
I.4 Batasan masalah.....	3
I.5 Manfaat Penulisan	4
I.6 Sistematika penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II. 1 Penelitian relevan	6
II. 2 Rancang bangun.....	12
II. 3 Kegunaan ESP32.....	12
II. 4 Pengaruh Hidrokarbon (HC) Terhadap Manusia	14
II. 5 Kegunaan Sensor Hidrokarbon	16
II. 6 Relay 1 Chanel	18
II. 7 Exhaust fan	18
II. 8 Pengertian Validasi.....	19

II. 9 Sumber Hidrokarbon Dalam Kendaraan.....	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
III.1.1 Waktu penelitian	21
III.1.2 Tempat Penelitian.....	21
III.2 Jenis Penelitian.....	22
III.3 Sumber Data	22
III.3.1 Data primer	22
III.3.2 Data Sekunder	22
III.4 Alat dan Bahan.....	23
III.5 Diagram Alir Penelitian	24
III.7 Perancangan alat.....	26
III.7.1 Flowchart Cara Kerja	26
III.7.2 Perancangan Alat	30
III.8 Metode Penelitian dan Pengumpulan Data	30
III. 9 Instrumen Pengumpulan Data	31
III.9.1 Hasil Pendeteksi Gas HC	31
III.9.2 Uji Coba Alat.....	31
III.9.3Validasi Alat	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
IV.1 Rancang bangun alat.....	34
IV.1.1 Perancangan Alat.....	34
IV.1.2 Pemograman Arduino.....	41
IV.1.3 Perancangan website	42
IV.2 Cara Kerja Dan Penggunaan Alat	43
IV.2.1 Emergency Protocol	44
IV.2.2 Maintenance Procedure	44

IV.2.3 Fail Safe Mecanism	45
IV.2.4 Impact Assesment	45
IV.3 Hasil Pendeteksian Alat.....	45
IV.3.1 Uji coba alat	47
IV.3.2 Kalibrasi sensor MQ-4.....	47
IV.3.3 Pengujian Akurasi	49
IV.3.4 Hasil Deteksi Kadar Gas HC di alat pengujian Gas Analyzer.	49
IV.3.5 Hasil Deteksi Kadar Gas HC di alat pengujian Brake tester ..	51
IV.3.6 Hasil Deteksi Kadar Gas HC di alat pengujian Speedometer tester	53
IV.4 Validasi Pada Alat Pendeteksi Gas HC.....	55
IV.4.1 Durability Testing.....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
V. 1 Kesimpulan	59
V. 2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 ESP 32	13
Gambar II.2 Sensor MQ-4.....	17
Gambar II.3 Relay 1 Chanel.....	18
Gambar III. 1 Lokasi PKB Banyumas	22
Gambar III.2 Diagram Alir Penelitian	24
Gambar III.3 Flowchart Cara Kerja.....	26
Gambar III.4 Perancangan Alat.....	30
Gambar IV. 1 Desain Alat	34
Gambar IV. 2 Desain Alat	35
Gambar IV. 3 Perakitan Hi-Link.....	37
Gambar IV. 4 Exhaust Fan Master	39
Gambar IV. 5 Exhaust Fan Slave	41
Gambar IV. 6 Pembuatan Kode.....	41
Gambar IV. 7 Layout PKB Banyumas	46
Gambar IV. 8 Berita Acara Kalibrasi.....	46
Gambar IV. 9 Kalibrasi Sensor MQ-4.....	48
Gambar IV. 10 Output Program Kalibrasi	48
Gambar IV. 11 Pengujian Akurasi.....	49
Gambar IV. 12 Pendeteksian gas HC di Analyzer	50
Gambar IV. 13 Grafik HC di Gas Analyzer.....	51
Gambar IV. 14 Pendeteksian gas HC di Brake tester	52
Gambar IV. 15 Grafik HC di Brake tester.....	53
Gambar IV. 16 Pendeteksian Gas HC di speedometer tester	54
Gambar IV. 17 Grafik HC di Speedometer Tester	55
Gambar IV. 18 Validasi Penguji	56

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Penelitian Relevan	6
Tabel II.2 Spesifikasi ESP32.....	14
Tabel II.3 Gejala kekurangan oksigen.....	15
Tabel II.4 Dampak HC Terhadap Kesehatan.....	15
Tabel II.5 Spesifikasi sensor	17
Tabel III.1 Waktu Penelitian	21
Tabel III.2 Alat Dan Bahan	23
Tabel III.3 Contoh Pendeteksian Alat	31
Tabel III.4 Contoh Uji Coba Alat	32
Tabel III.5 Kategori Kelayakan.....	32
Tabel III.6 Contoh Validasi Alat.....	33
Tabel IV. 1 Pengujian Alat	47
Tabel IV. 2 Data HC di Gaz Analyzer.....	50
Tabel IV. 3 Data HC di Brake Tester	52
Tabel IV. 4 Data HC di speedometer tester	54
Tabel IV. 5 Durability Testing.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengambilan Hasil Pendeteksian	64
Lampiran 2 Penilaian Oleh Validator	64
Lampiran 3 Coddng alat.....	65
Lampiran 4. Lembar Validasi Alat	89
Lampiran 5 Riwayat Hidup.....	90

INTISARI

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor turut menyebabkan peningkatan emisi gas buang, salah satunya senyawa hidrokarbon (HC) yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Di gedung pengujian kendaraan bermotor, paparan jangka panjang terhadap emisi ini dapat menimbulkan gangguan pernapasan hingga risiko fatalitas. Namun, sebagian besar sistem ventilasi yang digunakan masih bersifat manual dan belum mampu menyesuaikan operasional berdasarkan kadar gas HC secara real-time.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat exhaust fan dengan sistem deteksi hidrokarbon berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor MQ-4. Sistem ini dilengkapi dengan fitur pengukuran otomatis kadar HC dan pengendalian exhaust fan secara dinamis, serta pemantauan kadar gas melalui aplikasi berbasis smartphone menggunakan koneksi MQTT. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan pendekatan observasi, dokumentasi, dan uji coba alat secara langsung di Gedung Pengujian Kendaraan Bermotor Kabupaten Banyumas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat mampu mendeteksi kadar HC secara akurat dan mengaktifkan exhaust fan berdasarkan ambang batas yang ditentukan (50 ppm dan 70 ppm). Validasi sistem melalui kuesioner pengguna menyatakan bahwa alat berada pada kategori "Sangat Layak" digunakan. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis dalam upaya pengendalian emisi gas buang di ruang tertutup, meningkatkan kualitas udara, dan menjaga kesehatan serta keselamatan kerja para petugas penguji kendaraan.

Kata kunci: Hidrokarbon (HC), exhaust fan, sensor MQ-4, ESP32, pengujian kendaraan bermotor, sistem otomatis, kualitas udara.

ABSTRACT

The increasing number of motor vehicles has led to a rise in exhaust gas emissions, including hydrocarbons (HC), which pose serious health risks. In motor vehicle inspection buildings, prolonged exposure to HC emissions can cause respiratory disorders and even fatal health issues. However, most ventilation systems used in such facilities are still manually operated and do not automatically respond to the concentration of HC gases in real-time. This research aims to design and develop an exhaust fan system equipped with hydrocarbon (HC) gas detection using an ESP32 microcontroller and MQ-4 gas sensor. The system includes automated measurement of HC levels, dynamic control of the exhaust fan, and real-time monitoring via a smartphone application using MQTT protocol. The research methodology used is Research and Development (R&D), incorporating observation, documentation, and direct testing of the tool at the Motor Vehicle Inspection Office in Banyumas Regency. The results showed that the device accurately detected HC levels and successfully activated the exhaust fan based on predefined thresholds (50 ppm and 70 ppm). Validation results from user feedback placed the tool in the "Highly Feasible" category for practical use. This system is expected to offer a practical solution for controlling harmful exhaust emissions in enclosed spaces, improving air quality, and enhancing occupational safety and health for vehicle inspection officers.

Keywords: *Hydrocarbon (HC), exhaust fan, MQ-4 sensor, ESP32, motor vehicle inspection, automated system, air quality.*