

KERTAS KERJA WAJIB
RANCANG BANGUN ALAT PENGUKURAN AKUSTIK PADA
PENGUJIAN SUARA KENDARAAN BERMOTOR LISTRIK

Ditujukan untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh gelar Ahli Madya



Disusun oleh :
WANDA AFRILLIAN
22031027

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNOLOGI OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2026

KERTAS KERJA WAJIB
RANCANG BANGUN ALAT PENGUKURAN AKUSTIK PADA
PENGUJIAN SUARA KENDARAAN BERMOTOR LISTRIK

Ditujukan untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh gelar Ahli Madya



Disusun oleh :
WANDA AFRILLIAN
22031027

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNOLOGI OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2026

HALAMAN PERSETUJUAN
RANCANG BANGUN ALAT PENGUKURAN AKUSTIK
PADA PENGUJIAN SUARA KENDARAAN BERMOTOR LISTRIK
(*DESIGN OF ACOUSTIC MEASURING EQUIPMENT FOR SOUND TESTING OF*
ELECTRIC MOTOR VEHICLES)

disusun oleh :

WANDA AFRILLIAN
22031027

Telah disetujui oleh:

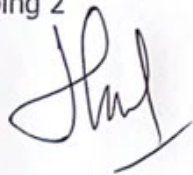
Pembimbing 1



Aat Eska Fahmadi, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19880627 20192 1 001

tanggal : 4 Juni 2026

Pembimbing 2



Helmi Wibowo, S.PD., M.T.
NIP. 19900621 201902 1 001

tanggal : 8 Juni 2026

HALAMAN PENGESAHAN
RANCANG BANGUN ALAT PENGUKURAN AKUSTIK
PADA PENGUJIAN SUARA KENDARAAN BERMOTOR LISTRIK
*(DESIGN OF ACOUSTIC MEASURING EQUIPMENT FOR SOUND TESTING OF
ELECTRIC MOTOR VEHICLES)*

disusun oleh :

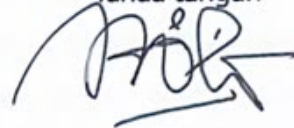
Wanda Afrillian
22031027

Telah dipertahankan di depan tim penguji
Pada tanggal 9 Juni 2026

Ketua Sidang

Buang Turasno, A.TD., M.T.
NIP. 19650220 198803 1 007

Tanda tangan



Penguji 1

Aat Eska Fahmadi, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19880627 20192 1 001

Tanda tangan



Penguji 2

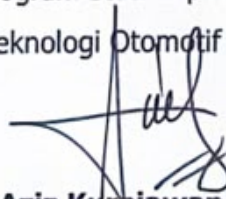
Siti Shofiah, S.Si., M.Sc.
NIP. 19890919 201902 2 001

Tanda tangan



Mengetahui,

Ketua Program Studi Diploma III
Teknologi Otomotif



Moch. Aziz Kurniawan, M.T
NIP. 19921009 201902 1 002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wanda Afrillian

Notar : 22031027

Program Studi : Diploma III Teknologi Otomotif

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul "RANCANG BANGUN ALAT PENGUKURAN AKUSTIK PADA PENGUJIAN SUARA KENDARAAN BERMOTOR LISTRIK" 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/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap di daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila laporan Tugas Akhir ini kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain atau dengan sengaja mengaukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 9 Juni 2026



Wanda Afrillian

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "Rancang Bangun Alat Pengukuran Akustik Pada Pengujian Suara Kendaraan Bermotor Listrik" guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Ahli Madya program studi Teknologi Otomotif pada Politeknik Keselamatan Transportasi jalan Tegal.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan tugas akhir ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.SiT., M.T., selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.
2. Bapak Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd M.T selaku Kepala Program Studi TO yang telah memberikan kelancaran pelayanan dan urusan Akademik.
3. Bapak Aat Eska Fahmadi, S.Pd., M.Pd. selaku dosen Pembimbing I yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini.
4. Bapak Helmi Wibowo, S.PD., M.T. selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan dorongan semangat dan membimbing dalam penulisan KKW ini.
5. Kepada kedua orang tua saya dan adik saya yang telah memberikan doa dan dukungan semangat dalam menyusun penelitian dan penulisan ini.
6. Teman-teman seperjuangan Taruna/i Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal Angkatan XXXIII.

Penulis menyadari bahwa kertas kerja wajib ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga KKW ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Tegal, 1 Juni 2026



Wanda Atrillian

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	2
HALAMAN PENGESAHAN	3
KATA PENGANTAR.....	5
DAFTAR ISI	6
DAFTAR GAMBAR	9
DAFTAR TABEL	11
LAMPIRAN.....	12
INTISARI	13
ABSTRAC	13
BAB I PENDAHULUAN	15
I.1 Latar Belakang.....	15
I.2 Rumusan Masalah	17
I.3 Batasan Masalah	17
I.4 Tujuan Penelitian	18
I.5 Manfaat Penelitian	18
I.6 Sistematika Penulisan	18
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Kendaraan Bermotor Listrik	6
II.2 Kebisingan	7
II.3 ACOUSTIC VEHICLE ALERT SYSTEM (AVAS)	8
II.4 Pengujian Suara Kendaraan Bermotor Listrik.....	9
II.5 Global Positioning System (GPS)	10
II.6 Komponen Alat.....	11

II.7 Perangkat Lunak.....	19
II.8 Penelitian Relevan	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
III.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	24
III.2 Metode Penelitian	24
III.3 Diagram Alir Penelitian	27
III.4 Pengumpulan Data	29
III.5 Tahapan Penelitian	30
III.6 Instrumen Penelitian.....	31
III.7 Perancangan Sistem	35
III.7.1 Diagram Blok Perangkat	35
III.7.2 Flowchart Perangkat	37
III.7.3 Skema Rangkaian	40
III.7.4 Ilustrasi Kerja Sistem	41
III.7.5 Desain 3D Produk	43
III.8 Pengujian	44
III.8.1 Kalibrasi Sensor Suara	45
III.8.2 Pengujian GPS BN-220.....	46
III.8.3 Pengujian Sistem Kinerja Alat	46
III.8.4 Pengujian Akurasi Alat Sesuai dengan Regulasi Kendaraan Bermotor	47
BAB IV PEMBAHASAN	49
IV.1 Rancang Bangun Alat	49
IV.1.2 Perangkaian Alat	49
IV.1.2 Pemrograman Alat.....	52
IV.2 Cara Kerja dan Penggunaan Alat	55

IV.2.1. Proses Pengoperasian Alat	55
IV.3 Hasil Pengujian Alat	58
IV.3.1. Kalibrasi sensor suara.....	58
IV.3.2. Kalibrasi sensor GPS BN220	61
IV.3.3. Pengujian Sistem Alat.....	63
IV.3.4. Pengujian Kinerja Alat	65
IV.4 Pembahasan.....	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
V.1 Kesimpulan.....	75
V.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Bus Listrik.....	7
Gambar II.2 Acoustic vehicle alert system (AVAS).....	9
Gambar II.3 Layout Pengujian.....	10
Gambar II.4 Sistem Kerja GPS.....	10
Gambar II.5 Board Mikrokontroler ESP32	11
Gambar II.6 Pinout ESP32	12
Gambar II.7 Sensor Suara KY-038	13
Gambar II.8 Beitian BN220	14
Gambar II.9 Baterai Lithium Polymer	15
Gambar II.10 TP4056 + Stepup	16
Gambar II.11 Push Button	16
Gambar II.12 Kabel Jumper	17
Gambar II.13 LCD I2C 20x4.....	17
Gambar II.14 infrared reflective sensor.....	18
Gambar II.15 Printer Thermal	19
Gambar II.16 Tampilan Antarmuka Arduino IDE 2.x.....	21
Gambar III. 1 Lokasi Penelitian	24
Gambar III. 2 Tahapan Model Waterfall	25
Gambar III. 3 Flowchart Penelitian	27
Gambar III. 4 ESP32	32
Gambar III. 5 Sensor Suara	32
Gambar III. 6 Sensor Reflective Infrared	32
Gambar III. 7 Beitian BN-220	33
Gambar III. 8 Baterai Litium Polimer 18650	33
Gambar III. 9 Obeng	34
Gambar III. 10 Solder	34
Gambar III. 11 Laptop ASUS E410M	35
Gambar III. 12 Diagram Blok Perangkat	35
Gambar III. 13 Skema Rangkaian Modul Sensor Suara	40
Gambar III. 14 Skema Rangkaian Modul GPS.....	41
Gambar III. 15 Skema Rangkaian Alat.....	41

Gambar III. 16	Desain Modul Sensor Suara	43
Gambar III. 17	Desain Tata letak Modul Sensor Suara	43
Gambar III. 18	Desain Modul GPS.....	44
Gambar III. 19	Desain Tata Letak Modul GPS	44
Gambar IV. 1	Skema Rangkaian Modul Sensor Suara	49
Gambar IV. 2	Skema Rangkaian Modul Sensor GPS.....	50
Gambar IV. 3	Pemasangan Komponen	51
Gambar IV. 4	Perangkaian Seluruh Komponen.....	52
Gambar IV. 5	Merangkai Alat di <i>Project Box</i>	52
Gambar IV. 6	<i>Library Manager</i>	52
Gambar IV. 7	Pemrograman Modul Sensor Suara	53
Gambar IV. 8	Pemrograman Modul GPS	54
Gambar IV. 9	Pemasangan Tripod	55
Gambar IV. 10	Kalibrasi Sensor Suara.....	55
Gambar IV. 11	Kalibrasi Sensor Suara.....	56
Gambar IV. 12	Memastikan Kecepatan Terpenuhi	56
Gambar IV. 13	Pelaksanaan Pengujian Alat	57
Gambar IV. 14	Tampilan Hasil Uji	57
Gambar IV. 15	Kalibrasi Sensor Suara.....	58
Gambar IV. 16	Grafik Kalibrasi Sensor Suara	59
Gambar IV. 17	Grafik Tingkat Error Sensor Suara	60
Gambar IV. 18	Kalibrasi Sensor BN220	61
Gambar IV. 19	Grafik Kalibrasi Sensor BN220	62
Gambar IV. 20	Grafik Tingkat Error Sensor BN220	63
Gambar IV. 21	Grafik Uji Kinerja dengan Kecepatan 10 km/jam	67
Gambar IV. 22	Grafik Uji Kinerja dengan Kecepatan 20km/jam	69
Gambar IV. 23	Grafik Uji Kinerja dengan Kecepatan 30km/jam	72

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Spesifikasi Teknis ESP32	12
Tabel II. 2 Penelitian Relevan.....	20
Tabel III. 1 Kalibrasi Sensor Suara.....	46
Tabel III. 2 Pengujian Kecepatan GPS.....	46
Tabel III. 3 Pengujian Fungsionalitas	47
Tabel III. 4 Pengujian Alat	48
Tabel IV. 1 Pin Konfigurasi Modul Sensor Suara.....	50
Tabel IV. 2 Pin Konfigurasi Modul Sensor GPS	51
Tabel IV. 3 Kalibrasi Sensor Suara.....	58
Tabel IV. 4 Kalibrasi Sensor GPS BN220.....	61
Tabel IV. 5 Hasil Pengujian Sistem Alat.....	63
Tabel IV. 6 Uji Kinerja dengan Kecepatan 10 km/jam.....	65
Tabel IV. 7 Uji Kinerja dengan Kecepatan 20 km/jam.....	67
Tabel IV. 8 Uji Kinerja dengan Kecepatan 30 km/jam.....	70

LAMPIRAN

Lampiran. 1 Pemrograman Modul Sensor GPS.....	80
Lampiran. 2 Pemrograman Modul Sensor Suara	85
Lampiran. 3 Dokumentasi Kendaraan	88
Lampiran. 4 Hasil Kalibrasi Sensor Suara	89
Lampiran. 5 Hasil Kalibrasi Sensor Kecepatan	90
Lampiran. 6 Hasil Uji Kinerja	91

INTISARI

Kendaraan bermotor listrik menghasilkan tingkat kebisingan yang lebih rendah dibandingkan kendaraan konvensional berbahan bakar fosil, sehingga diperlukan instrumen pengukuran akustik yang mampu mendeteksi dan mencatat tingkat kebisingan secara akurat sesuai variasi kecepatan operasional. Penelitian ini bertujuan merancang, membangun, dan menguji kinerja alat pengukuran akustik berbasis mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi sensor suara KY-038 dan sensor GPS BN220 sebagai detektor kecepatan, dengan kemampuan transmisi data nirkabel menggunakan protokol ESP-NOW serta pencetakan hasil menggunakan printer termal.

Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan pendekatan model Waterfall. Pengujian dilakukan melalui kalibrasi sensor suara, kalibrasi sensor GPS BN220, pengujian sistem, dan pengujian kinerja terhadap 31 kendaraan listrik pada tiga variasi kecepatan, yaitu 10, 20, dan 30 km/jam. Hasil kalibrasi sensor suara menunjukkan rata-rata error 2,97% dengan akurasi 97,03%, sedangkan sensor GPS BN220 mencatat rata-rata error 4,90% dengan akurasi 95,10%. Pengujian kinerja alat dengan tiga variasi percobaan menunjukkan nilai akurasi pada kecepatan 10 km/jam sebesar 97,82%, kecepatan 20 km/jam sebesar 94,94%, dan kecepatan 30 km/jam sebesar 96,98%. Seluruh subsistem terbukti beroperasi secara terintegrasi dengan baik, sehingga alat dinyatakan layak digunakan sebagai instrumen pengukuran akustik kendaraan bermotor listrik. Namun yang perlu diperhatikan guna memenuhi Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 87 Tahun 2020 yaitu ketersediaan penyaringan noise agar pada saat melakukan pengujian suara tidak terganggu suara eksternal. Oleh karena itu, pengujian suara kendaraan bermotor listrik harus dilakukan di tempat yang sepi dan hening agar tidak terdapat gangguan suara eksternal sehingga sesuai dengan PM 87 Tahun 2020.

Kata kunci: Kendaraan Bermotor Listrik, Pengukuran Akustik, ESP32, Sensor Suara KY-038, Sensor GPS BN220, PM 87 Tahun 2020

ABSTRAC

Electric motor vehicles produce significantly lower noise levels compared to conventional fossil fuel-powered vehicles, necessitating an acoustic measurement instrument capable of accurately detecting and recording noise levels across varying operational speeds. This study aims to design, build, and evaluate the performance of an acoustic measurement device based on the ESP32 microcontroller, equipped with a KY-038 sound sensor and a BN220 GPS sensor as a speed detector, featuring wireless data transmission via the ESP-NOW protocol and result output through a thermal printer.

The research employed a Research and Development (R&D) method with a Waterfall model approach. Testing was conducted through sound sensor calibration, GPS BN220 sensor calibration, system testing, and performance testing on 31 electric vehicles at three speed variations: 10, 20, and 30 km/h. Sound sensor calibration yielded an average error of 2.97% with an accuracy of 97.03%, while the GPS BN220 sensor recorded an average error of 4.90% with an accuracy of 95.10%. Performance testing indicated the highest accuracy at 10 km/h at 97.82%, followed by 20 km/h at 94.94%, and 30 km/h at 96.98%. All subsystems were confirmed to operate in a well-integrated manner, and the device is declared suitable for use as an acoustic measurement instrument for electric motor vehicles. However, to comply with the Minister of Transportation Regulation Number 87 of 2020 (PM 87/2020), noise filtering capabilities must be considered to prevent external noise from interfering with sound testing. Consequently, acoustic testing of electric motor vehicles must be conducted in a quiet, undisturbed environment to ensure compliance with PM 87/2020.

Keywords: Electric Motor Vehicle, Acoustic Measurement, ESP32, KY-038 Sound Sensor, BN220 GPS Sensor, PM 87/2020