

KERTAS KERJA WAJIB
RANCANG BANGUN ALAT UKUR SUDUT PERGI
KENDARAAN BERBASIS MIKROKONTROLER
MENGGUNAKAN SENSOR MPU-9250

Ditunjukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya



Disusun oleh :
Afrijal Fakhri
22031002

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

KERTAS KERJA WAJIB
RANCANG BANGUN ALAT UKUR SUDUT PERGI
KENDARAAN BERBASIS MIKROKONTROLER
MENGGUNAKAN SENSOR MPU-9250

Ditunjukkan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya



Disusun oleh :
Afrijal Fakhri
22031002

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

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN ALAT UKUR SUDUT PERGI KENDARAAN BERBASIS ESP32 MENGGUNAKAN SENSOR MPU-9250

*DESIGN OF ANGLE OF DEPARTURE MEASURING
INSTRUMENT FOR ESP32-BASED VEHICLES USING
MPU-9250 SENSOR*

Disusun oleh :

Afrijal Fakhri

22031002

Telah disetujui oleh :

Pembimbing 1



Ethys Pranoto, S.T., M.T
NIP. 198006022009121001

Tanggal : 24 - 7 - 2025

Pembimbing 2



Reza Yoga Anindita, M.Si
NIP. 198511282019021001

Tanggal : 24 - 7 - 2025

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ALAT UKUR SUDUT PERGI KENDARAAN BERBASIS MIKROKONTROLER MENGUNAKAN SENSOR MPU-9250

*DESIGN OF AN ANGLE MEASURING DEVICE
FOR VEHICLES BASED ON MICROCONTROLLERS
USING MPU-9250 SENSORS*

Disusun oleh :

Afrijal Fakhri

22031002

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal : 30 Juli 2025

Ketua Sidang

Tanda tangan

Faris Humami, S.Pd., M.Eng.
NIP. 19901110201902001
Penguji 1



Tanda tangan

Ethys Pranoto, S.T., M.T.
NIP. 198006022009121001
Penguji 2



Tanda tangan

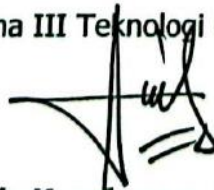
Dr. Agus Budi Purwantoro, A.TD., M.T.
NIP. 196603261986031007



Mengetahui

Ketua Program Studi

Diploma III Teknologi Otomotif



Moch, Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T.
NIP. 199210092019021001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Afrijal Fakhri

Notar : 22031002

Program Studi : Diploma III Teknologi Otomotif

Menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib (KKW) dengan judul "RANCANG BANGUN ALAT UKUR SUDUT PERGI KENDARAAN BERBASIS MKROKONTROLER MENGGUNAKAN SENSOR MPU-9250" merupakan hasil karya tulis ilmiah saya sendiri, dan tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga pendidikan tinggi. Semua sumber yang digunakan dalam penelitian ini telah dicantumkan secara lengkap dan jelas dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib ini Belum pernah diajukan sebagai karya yang serupa untuk memperoleh gelar Ahli Madya Transportasi di institusi manapun. Apabila terbukti bahwa karya tulis ini merupakan hasil dari penulis lain, penulis bersedia untuk bertanggung jawab dan menerima sanksi akademik serta/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 21-08-2025

Yang menyatakan,



Afrijal Fakhri
22031002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan kertas kerja wajib ini dengan judul "RANCANG BANGUN ALAT UKUR SUDUT PERGI KENDARAAN BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN SENSOR MPU-9250" Dengan baik dan tepat waktu, tanpa adanya kendala apapun. Kertas kerja yang wajib ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif.

Dalam penulisan Kertas Kerja Wajib ini, penulis telah menerima bimbingan, arahan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan dan memberikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.Si.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan;
2. Bapak Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif;
3. Bapak Ethys Pranoto, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing I;
4. Bapak Reza Yoga Anandhita, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II;
5. Seluruh dosen di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal atas ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh pendidikan.
6. Rekan-rekan Taruna/i Angkatan 33 terkhusus D-III TO Angkatan 33;
7. Orang tua saya, yang telah memberikan dorongan dan senantiasa memberikan nasihat untuk segera menyelesaikan kertas kerja yang wajib ini;
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian kertas kerja wajib ini.

Penulis menyadari bahwa kertas kerja wajib ini masih memiliki kekurangan dan belum mencapai tingkat kesempurnaan yang diharapkan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang konstruktif dari para pembaca, guna meningkatkan kualitas karya tulis ini.

Tegal, 8 Agustus 2025
Yang menyatakan,



Afrijal Fakhri
22031002

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Identifikasi Masalah	3
I.3 Rumusan Masalah.....	3
I.4 Batasan Masalah.....	3
I.5 Tujuan Penelitian	3
I.6 Manfaat Penelitian	3
I.7 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Pengujian Kendaraan Bermotor.....	6
II.2 Rancang Bangun	7
II.3 Mikrokontroler	8
II.4 Sudut Pergi	8
II.4.1 Pengukuran Sudut Pergi Secara Manual	9
II.4.2 Pengukuran Sudut Pergi dengan Alat	10
II.5 Komponen Alat.....	10
II.5.1 ESP 32	10
II.5.2 MPU-9250.....	11
II.5.3 Liquid Crystal Display (LCD)	13
II.5.4 Module 12c LCD	14
II.5.5 Laser diode KY-008	14
II.6 Arduino IDE	15
II.7 Fritzing	17

II.8 Penelitian Relevan	17
BAB III METODE PENELITIAN	23
III.1 Lokasi Penelitian	23
III.2 Metode Penelitian	23
III.3 Diagram Alir Penelitian.....	25
III.4 Penjelasan Diagram Alir Penelitian	26
III.4.1 Studi Literatur.....	26
III.4.2 Pengambilan Data	26
III.4.3 Analisis Kebutuhan Alat	27
III.4.4 Perakitan Alat	28
III.4.5 Kalibrasi Alat.....	31
III.4.6 Uji Coba Keakuratan Alat	31
III.4.8 Hasil dan Pembahasan.....	34
III.4.9 Kesimpulan.....	35
III.5 Teknik Analisis Data	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
IV.1 Rancang Bangun Alat Ukur Sudut Pergi pada Kendaraan	36
IV.1.1 Potensi Masalah.....	36
IV.1.2 Pengumpulan Data	36
IV.1.3 Rancangan Desain Alat Ukur Sudut Pergi	37
IV.1.4 Perakitan Alat.....	39
IV.1.5 Pemograman Alat	43
IV.1.6 Tahapan Pengujian Menggunakan Alat	45
IV.1.7 Tahapan Pengukuran Sudut Pergi Secara Manual	47
IV.2 Hasil Uji Coba Alat Ukur Sudut Pergi pada Kendaraan	49
IV.2.1 Uji Keakuratan Alat dengan Kalibrasi	50
IV.2.2 Pengujian Perbandingan Hasil Alat dan Manual.....	55
IV.2.3 Pengujian Perbandingan Hasil Waktu Alat dan Manual ..	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	60
V.1 Kesimpulan.....	60
V.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1	Sudut Pergi Kendaraan	9
Gambar II. 2	Rumus Pengukuran Manual	9
Gambar II. 3	Rumus Menggunakan Alat	10
Gambar II. 4	ESP32.....	11
Gambar II. 5	Sensor MPU-9250	12
Gambar II. 6	Liquid Crystal Display (LCD)	13
Gambar II. 7	Module I2c LCD.....	14
Gambar II. 8	Lase Diode KY-008	15
Gambar II. 9	Tampilan Software Arduino IDE	16
Gambar II. 10	Tampilan Software Fritzing	17
Gambar III. 1	Lokasi Penelitian	23
Gambar III. 2	Prosedur Penelitian (Fitriani, 2024).....	24
Gambar III. 3	Diagram Alir Penelitian	25
Gambar III. 4	Blok Diagram.....	28
Gambar III. 5	Skema Alat dengan Fritzing	28
Gambar III. 6	Desain Alat.....	29
Gambar III. 7	Diagram Cara Kerja Alat	30
Gambar IV. 1	Tampilan Awal Fritzing	37
Gambar IV. 2	Tampilan Parts pada Fritzing.....	38
Gambar IV. 3	Gambar Skema Alat	38
Gambar IV. 4	Perakitan Sensor MPU-9250	40
Gambar IV. 5	Perakitan LCD I2c	40
Gambar IV. 6	Perakitan PCB.....	41
Gambar IV. 7	Perakitan Baterai	41
Gambar IV. 8	Perakitan Komponen Elektronika	42
Gambar IV. 9	Perakitan Kotak Alat.....	42
Gambar IV. 10	Hasil Akhir Perakitan Alat.....	42
Gambar IV. 11	Tampilan Utama Program Arduino IDE.....	43
Gambar IV. 12	Ilustrasi Pemograman Alat.....	44
Gambar IV. 13	Tampilan Pemograman Error	45
Gambar IV. 14	Pemeriksaan Permukaan Jalan	46
Gambar IV. 15	Menghidupkan Alat	46

Gambar IV. 16 (a) Kalibrasi Alat (b) Pengukuran Alat	47
Gambar IV. 17 Hasil Pengukuran Print Thermal	47
Gambar IV. 18 Pengukuran Manual Sudut Pergi.....	48
Gambar IV. 19 Pengukuran Manual Sudut Pergi.....	48
Gambar IV. 20 Hasil Pengukuran Manual	49
Gambar IV. 21 Kalibrasi alat dengan busur derajat	50
Gambar IV. 22 Grafik Kalibrasi Sensor MPU-9250 dengan Busur Derajat	51
Gambar IV. 23 Grafik Kalibrasi Sensor MPU-9250 dengan Mobil Avanza	53
Gambar IV. 24 Grafik Kalibrasi Sensor MPU-9250 dengan Mobil Hilux	55
Gambar IV. 25 Hasil Pengukuran Alat dan Manual	51
Gambar IV. 26 Hasil Pengukuran Alat dan Manual	52
Gambar IV. 27 Hasil Waktu Pengukuran Alat dan Manual	55
Gambar IV. 28 Hasil Waktu Pengukuran Alat dan Manual	57

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Konfigurasi Pin LCD	13
Tabel II. 2 Konfigurasi Pin Module I2c LCD	14
Tabel II. 3 Penelitian Relavan	18
Tabel III. 2 Kalibrasi Sensor MPU-9250 dengan Busur Derajat.....	31
Tabel III. 3 Form pengujian hasil alat dan manual pengukuran sudut pergi	34
Tabel III. 4 Form uji coba hasil waktu pengujian alat dan manual	34
Tabel IV. 1 Keterangan Instalasi Komponen	39
Tabel IV. 2 Kalibrasi Sensor MPU-9250 dengan Busur Derajat.....	50
Tabel IV. 3 Kalibrasi Sensor MPU-9250 dengan Mobil Avanza.....	52
Tabel IV. 4 Kalibrasi Sensor MPU-9250 dengan Mobil Hilux.....	54
Tabel IV. 5 Hasil Uji Coba Alat dan Manual di UPUBKB Ujung Menteng	50
Tabel IV. 6 Hasil Uji Coba Pengukuran Alat dan Manual di Lab Kampus 2 PKTJ52	
Tabel IV. 7 Hasil Waktu Pengukuran Alat dan Manual	54
Tabel IV. 8 Hasil Waktu Pengukuran Alat dan Manual	56
Tabel IV. 9 Durasi Hasil Waktu Pengukuran Alat dan Manual	57

INTISARI

Pengujian sudut pergi pada kendaraan merupakan bagian dari pemenuhan persyaratan teknis dalam uji berkala kendaraan bermotor. Namun, pengukuran ini di Unit Pelaksana Uji Berkala Kendaraan Bermotor (UPUBKB) masih dilakukan secara manual dan tidak efisien sehingga membutuhkan waktu yang banyak dalam pengukurannya. Pengukuran sudut pergi memiliki ambang batas, Apabila sudut pergi kendaraan lebih rendah dari batas yang ditentukan, maka dapat menyebabkan kendaraan tersangkut ketika melewati tanjakan dan turunan, serta dapat menyebabkan komponen bagian belakang pada kendaraan mengalami kerusakan ketika melewati jalan berlobang. Dari permasalahan tersebut, dengan memanfaatkan teknologi, peneliti melakukan rancang bangun alat ukur sudut pergi kendaraan menggunakan sensor MPU-9250 guna menunjang pelaksanaan pengujian persyaratan teknis.

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) melalui tahapan perancangan dan uji coba alat. Alat ini dirancang menggunakan sensor MPU-9250 sebagai pengukur sudut kemiringan dan Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32. Hasil pengukuran ditampilkan melalui LCD dan dicetak menggunakan printer thermal. Pengujian dilakukan pada kendaraan yang menjalani uji berkala di UPUBKB (Unit Pengelola Uji Berkala Kendaraan Bermotor) Ujung Menteng, Jakarta Timur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ukur sudut pergi kendaraan dapat berfungsi dengan baik dan mampu melakukan pengukuran sesuai rancangan. Dari hasil uji coba keakuratan alat dengan membandingkan hasil alat dan manual yang dilakukan dengan sampel 30 kendaraan yang sedang melaksanakan uji berkala di UPUBKB Ujung Menteng Dari alat ini menghasilkan tingkat keakuratan rata-rata sebesar 96,4% serta efisiensi waktu pengukuran yang lebih cepat dibandingkan metode manual dengan rata-rata 47 detik dan dilakukan dengan sampel 15 kendaraan di Laboratorium Kampus 2 PKTJ. Dari alat ini menghasilkan tingkat keakuratan rata-rata sebesar 98,3 % serta efisiensi waktu pengukuran yang lebih cepat dibandingkan metode manual dengan rata-rata 83 detik.

Kata Kunci : Pemeriksaan Teknis Kendaraan Bermotor, Sudut pergi kendaraan, ESP 32, Sensor MPU-9250

ABSTRACT

The departure angle test on vehicles is part of the technical requirements in periodic motor vehicle inspections. However, at the Unit Pelaksana Uji Berkala Kendaraan Bermotor (UPUBKB), this measurement is still performed manually, making it time-consuming and inefficient. Departure angle has a specified limit; if a vehicle's departure angle is below this threshold, it can become stuck when ascending or descending steep roads, and the rear section may be damaged when crossing potholes. To address this issue, the author designed and developed a departure angle measuring device using the MPU-9250 sensor to support the implementation of technical inspection requirements.

This research applies the Research and Development (R&D) method through stages of design and testing. The tool is designed using the MPU-9250 sensor to measure angular tilt, with an ESP32 microcontroller as the processing unit. The measurement results are displayed on an LCD and printed via a thermal printer. Testing was conducted on vehicles undergoing regular inspection at UPUBKB Ujung Menteng, East Jakarta.

The research results show that the vehicle departure angle measuring device functions properly and is capable of performing measurements according to the design. From the accuracy test by comparing the results of the device and the manual method, conducted with a sample of 30 vehicles undergoing periodic inspections at UPUBKB Ujung Menteng, the device achieved an average accuracy rate of 96.4% and provided faster measurement efficiency compared to the manual method, with an average time of 47 seconds. Furthermore, tests conducted with a sample of 15 vehicles at the Laboratory of Campus 2 PKTJ demonstrated that the device achieved an average accuracy rate of 98.3% and offered faster measurement efficiency compared to the manual method, which required an average of 83 seconds.

Keywords : *Motor Vehicle Technical Inspection, Vehicle Departure Angle, ESP32, MPU-9250 Sensor*