

**RANCANG BANGUN ALAT BANTU PENGUKURAN TINGGI
KENDARAAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO
UNO**

KERTAS KERJA WAJIB



DISUSUN OLEH:

RAFLI FIRMAN MAULANA
2201018

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNOLOGI OTOMOTIF
2025**

**RANCANG BANGUN ALAT BANTU PENGUKURAN TINGGI
KENDARAAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO
UNO**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian
Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya Teknik



DISUSUN OLEH:

RAFLI FIRMAN MAULANA
2201018

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNOLOGI OTOMOTIF
2025**

**HALAMAN PERSETUJUAN
KERTAS KERJA WAJIB**

**RANCANG BANGUN ALAT BANTU PENGUKURAN TINGGI
KENDARAAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO
UNO**

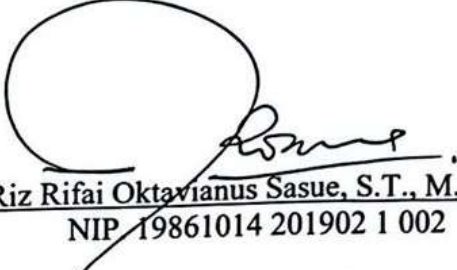
Disusun oleh:

RAFLI FIRMAN MAULANA
2201018

Disetujui untuk diajukan pada
Sidang Akhir Kertas Kerja Wajib
Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I


Riz Rifai Oktavianus Sasue, S.T., M. .Eng
NIP. 19861014 201902 1 002

Tanggal: 25 Juni 2025

DOSEN PEMBIMBING II


Surya Aji Ermanto, M.Si
NIP. 19910207 201902 1 002

Tanggal: 25 Juni 2025

Ditetapkan di: Tabanan

HALAMAN PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB/TUGAS AKHIR

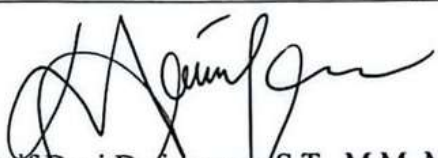



RANCANG BANGUN ALAT BANTU PENGUKURAN TINGGI
KENDARAAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO
UNO

Telah dipersiapkan dan disusun oleh:


RAFLI FIRMAN MAULANA
2201018

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 04 JULI 2025
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Tim Penguji

 <u>Arif Devi Dwipayana, S.T., M.M., M.T</u> NIP. 1985102 201902 1 003	 <u>Riz Rifai Oktavianus Sasue, S.T., M. Eng</u> NIP. 19861014 201902 1 002
 <u>M. Beny Dwifa, S.Pd., M.T</u> NIP. 19880929 202321 1 014	 <u>Surya Aji Ermanto, M.Si</u> NIP. 19910207 201902 1 002

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Diploma III Teknologi Otomotif


Adrian Pradana, S.T., M.Si.
NIP. 19900130 201012 1 005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, Rafli Firman Maulana, Notar. 2201018, menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir dengan judul **"Rancang Bangun Alat Bantu Pengukuran Tinggi Kendaraan Berbasis Mikrokontroler Arduino uno"** merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian yang saya susun sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, tidak ada bagian dari Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir ini yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau kesarjanaan maupun sertifikat Akademik di suatu Perguruan Tinggi.

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Transportasi Darat Bali.

Tabanan, 30 Juni 2025

Penulis,



Rafli Firman Maulana

Notar. 2201018

WADADDHA ID

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

"sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan (QS. Al-Insyirah: 5-6)"

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji Syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat serta hidayah-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan kuliah selama 3 tahun ini. Kertas Kerja Wajib ini saya persembahkan untuk kedua orangtua saya bapak Arif Zainudin dan (alm) ibu Sukariati yang telah membesarkan saya dari kecil, do'a yang tidak pernah terputus, kasih sayang, dukungan dan mengusahakan apapun untuk masa depan anaknya, terimakasih sebesar-besarnya telah menjadi orang tua yang luar biasa.

Kepada keluarga, teman, dan orang spesial dihidup saya Vira Eka Febrianti terimakasih atas segala doa, dukungan, dan semangat yang senantiasa diberikan.

Kedua dosen pembimbing saya bapak Riz Rifai Oktavianus Sasue, S.T.,M.Eng. dan bapak Surya Aji Ermanto, M.Si. yang telah sabar membimbing, mengarahkan, memberi motivasi, dan dukungan dalam proses ini sehingga saya dapat menyelesaikan KKW dengan tepat waktu

Teruntuk semua pihak yang telah memberikan rasa semangat dalam menyelesaikan KKW ini saya ucapkan terimakasih sudah memberikan warna baru dan energi positif dalam setiap hal yang saya kerjakan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Kertas Kerja Wajib yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Bantu Pengukuran Tinggi Kendaraan Berbasis Mikrokontroler Arduino uno”**. Harapannya dengan kegiatan perancangan alat ini dapat membantu dalam mempermudah dalam pelaksanaan kalibrasi. Penyelesaian Kertas Kerja Wajib ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah mendukung dan memberikan motivasi serta doa dan semangat dalam menempuh pendidikan selama tiga tahun;
2. Ibu Firga Ariani, S.E., M.M.Tr. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali;
3. Bapak Adrian Pradana, S.T, M.Si. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif;
4. Bapak Riz Rifai Oktavianus Sasue, S.T.,M.Eng. dan Bapak Surya Aji Ermanto, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini;
5. Seluruh dosen Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif yang telah memberikan bimbingan selama pendidikan;
6. Seluruh Pegawai Seksi Pengujian Kendaraan Bermotor Dinas Perhubungan Kabupaten Boyolali;
7. Rekan-rekan dan adik tingkat Mahasiswa/i Politeknik Transportasi Darat Bali;
8. Serta semua pihak yang telah turut membantu dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Kertas Kerja Wajib ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis berharap adanya segala masukan saran dan kritik terhadap Kertas Kerja Wajib ini . Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan

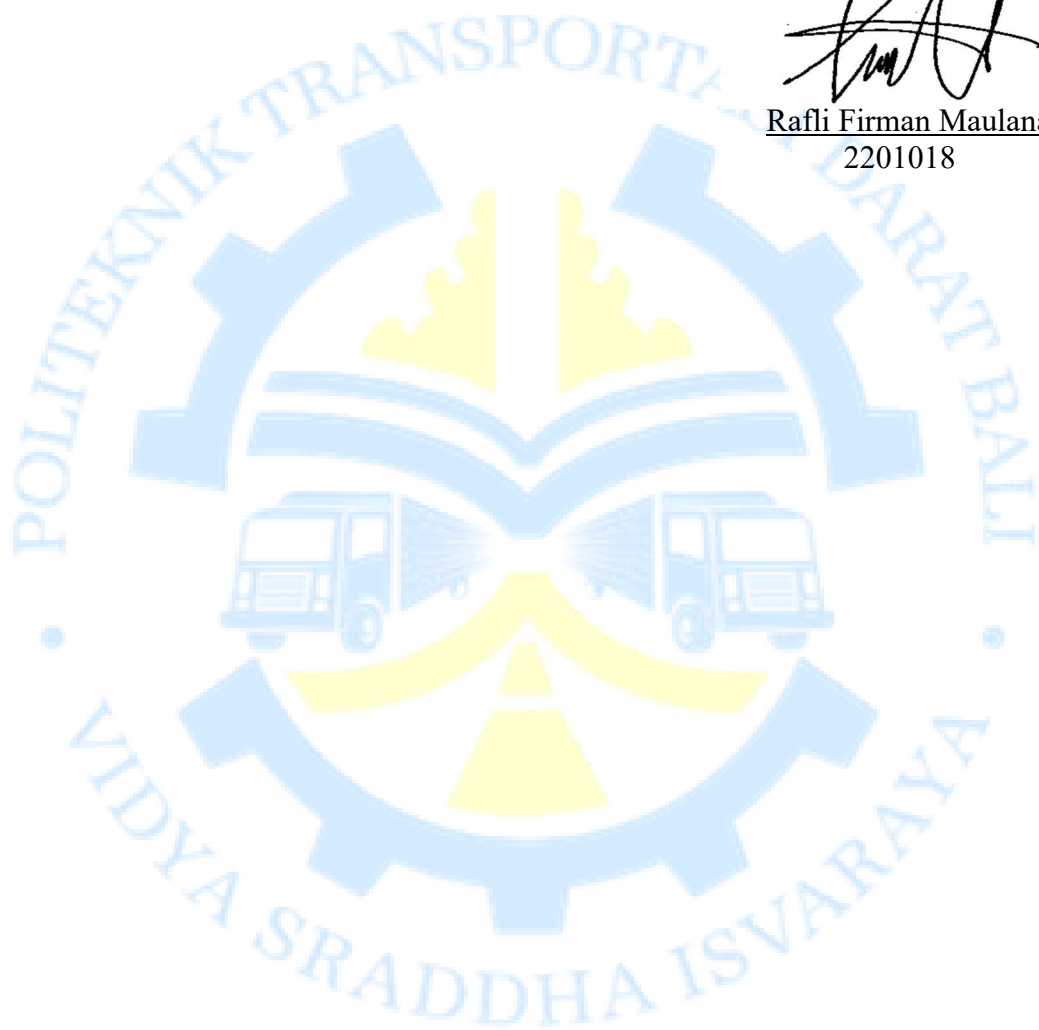
semoga Kertas Kerja wajib ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di bidang Transportasi Darat dan dapat diterapkan pada pelaksanaan pengujian kendaraan bermotor.

Tabanan, 30 Juni 2025

Penulis,



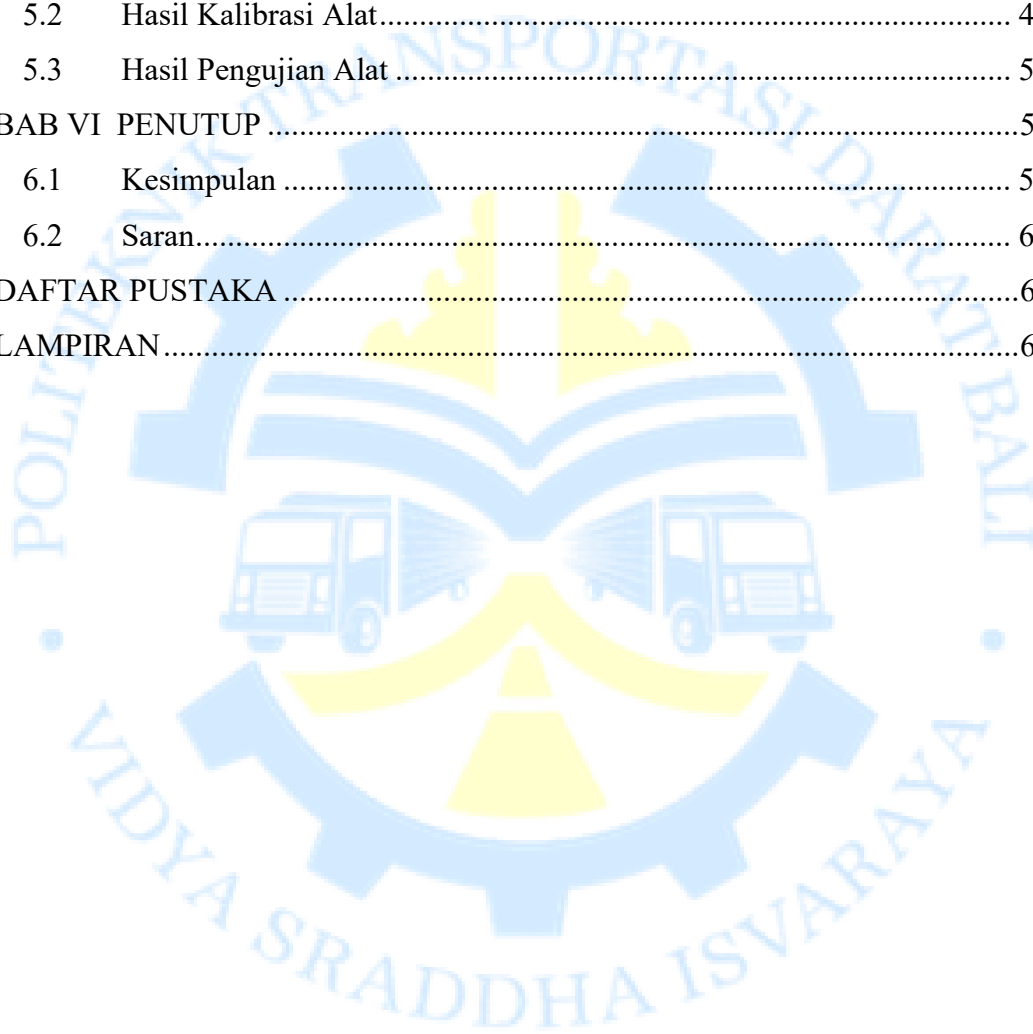
Rafli Firman Maulana
2201018



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II GAMBARAN UMUM.....	6
2.1 Kondisi Wilayah.....	6
2.2 Kondisi Objek	6
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	8
3.1 Pengujian Kendaraan Bermotor	8
3.2 Pengukuran Tinggi Kendaraan.....	8
3.3 Komponen Rancang Bangun Alat.....	10
3.4 <i>Software</i>	16
3.5 Metode Penelitian <i>Research and Development (R&D)</i>	18
3.6 Metode Eksperimen	18
3.7 Kalibrasi	18
3.8 Penelitian Terdahulu	20
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	23
4.1 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data.....	23
4.2 Metode Penelitian.....	24

4.3	Tahapan Penelitian.....	25
4.4	Perancangan Alat	28
4.5	Perakitan Alat.....	44
4.4	<i>Timeline</i> Kegiatan	47
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		48
5.1	Hasil Akhir Alat Yang Sudah Dirancang.....	48
5.2	Hasil Kalibrasi Alat.....	49
5.3	Hasil Pengujian Alat	52
BAB VI PENUTUP		59
6.1	Kesimpulan	59
6.2	Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN.....		65



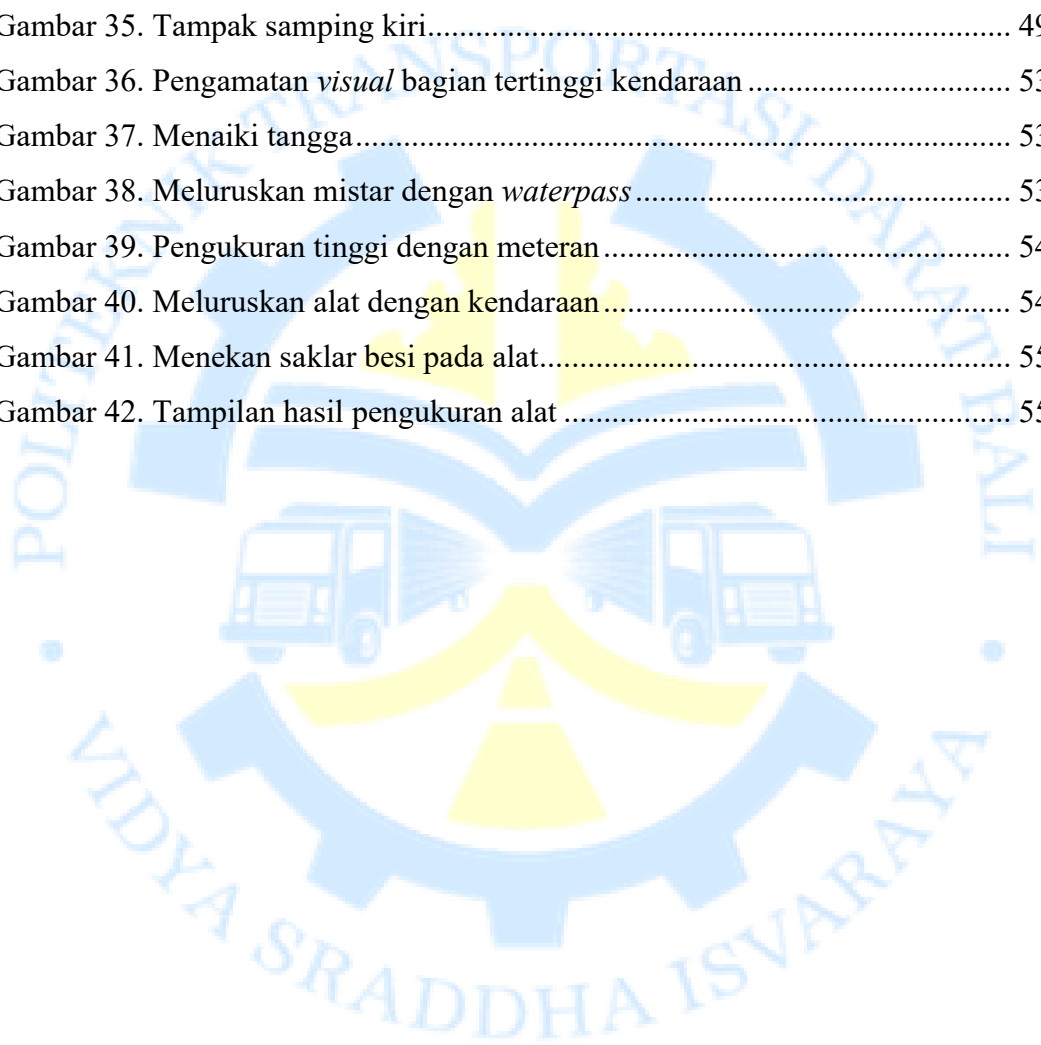
DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Penelitian terdahulu.....	20
Tabel 4. 1 Perangkat lunak.....	34
Tabel 4. 2 Bahan kerangka alat.....	38
Tabel 4. 3 Spesifikasi rangka.....	39
Tabel 4. 4 Perangkat keras.....	40
Tabel 4. 5 Spesifikasi komponen.....	41
Tabel 4. 6 <i>Timeline</i> kegiatan.....	47
Tabel 5. 1 Kalibrasi sensor <i>infrared</i> E18-D80NK.....	50
Tabel 5. 2 Kalibrasi sensor <i>TF mini Lidar</i>	51
Tabel 5. 3 Hasil uji kinerja alat.....	56
Tabel 5. 4 Perbandingan waktu.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pengukuran tinggi kendaraan bus Seksi PKB Dishub Boyolali.....	3
Gambar 2. Pengukuran tinggi kendaraan barang Seksi PKB Dishub Boyolali	3
Gambar 3. Gedung uji kampus Poltrada Bali Tabanan.....	6
Gambar 4. Arduino uno R3	10
Gambar 5. Sensor <i>TF mini lidar</i>	11
Gambar 6. Prinsip kerja sensor <i>lidar</i>	12
Gambar 7. Sensor <i>infrared</i> E18-D80NK	13
Gambar 8. LCD I2C 16x2.....	13
Gambar 9. Motor <i>stepper</i> NEMA 23	14
Gambar 10. <i>Driver</i> motor TB6600.....	15
Gambar 11. <i>Power supply</i> 12V 10A	16
Gambar 12. Tampilan aplikasi <i>Arduino IDE</i>	17
Gambar 13. Tampilan aplikasi <i>sketchup</i>	17
Gambar 14. Diagram alir penelitian.....	25
Gambar 15. Diagram blok.....	29
Gambar 16. <i>Wiring</i> arduino uno R3	30
Gambar 17. <i>Wiring</i> sensor <i>TF mini lidar</i>	30
Gambar 18. <i>Wiring</i> sensor <i>infrared</i>	31
Gambar 19. <i>Wiring</i> LCD I2C.....	31
Gambar 20. <i>Limit switch</i>	34
Gambar 21. <i>Design</i> alat tampak depan	35
Gambar 22. <i>Design</i> alat tampak belakang	35
Gambar 23. <i>Design</i> alat tampak samping	36
Gambar 24. <i>Listing</i> pemrograman pada Arduino uno	37
Gambar 25. Skematik <i>wiring</i> alat.....	43
Gambar 26. Pemasangan dan instalasi komponen	44
Gambar 27. Pemrograman Arduino uno	44
Gambar 28. Uji coba program.....	45

Gambar 29. Kalibrasi sensor	45
Gambar 30. Perakitan pada tiang alat	46
Gambar 31. Perakitan sensor dan komponen elektronis pada tiang.....	46
Gambar 32. Tampak samping kanan.....	48
Gambar 33. Tampak depan	48
Gambar 34. Tampak belakang	49
Gambar 35. Tampak samping kiri.....	49
Gambar 36. Pengamatan <i>visual</i> bagian tertinggi kendaraan	53
Gambar 37. Menaiki tangga.....	53
Gambar 38. Meluruskan mistar dengan <i>waterpass</i>	53
Gambar 39. Pengukuran tinggi dengan meteran.....	54
Gambar 40. Meluruskan alat dengan kendaraan.....	54
Gambar 41. Menekan saklar besi pada alat.....	55
Gambar 42. Tampilan hasil pengukuran alat	55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi uji kinerja alat.....	65
Lampiran 2. Dokumentasi kalibrasi sensor.....	67
Lampiran 3. <i>Listing</i> pemrograman pada arduino uno	68
Lampiran 4. Lembar asistensi bimbingan.....	70



INTISARI

RANCANG BANGUN ALAT BANTU PENGUKURAN TINGGI KENDARAAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO

Oleh

RAFLI FIRMAN MAULANA

2201018

Semakin berkembangnya kendaraan bermotor membuat potensi terjadinya kecelakaan meningkat, salah satunya adalah kendaraan *over dimension*. Dalam rangka pencegahan terhadap kendaraan *over dimension*, pemerintah telah menetapkan aturan terkait kendaraan. Pengukuran dimensi khususnya pada pengukuran tinggi kendaraan seringkali menjadi tantangan bagi penguji, tantangan yang dimaksud adalah penguji kesulitan untuk mengaitkan ujung meteran dikarenakan tidak terdapat bagian paling atas kendaraan yang rata sehingga hasil pengukuran menjadi tidak akurat. Tidak hanya itu, proses pengukuran tinggi juga dilakukan dengan cara naik ke bagian atas kendaraan menggunakan tangga untuk mencapai bagian paling atas kendaraan agar mendapatkan hasil pengukuran yang akurat. Hal tersebut menandakan bahwa proses pengukuran tinggi kendaraan dengan cara manual masih kurang efisien dan dapat membahayakan keselamatan penguji. Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini merancang dan mengembangkan alat bantu pengukuran dimensi tinggi kendaraan berbasis mikrokontroler arduino uno yang dilengkapi dengan sensor *TF mini lidar* sebagai data masukan (*input*), kemudian data tersebut ditampilkan pada LCD sebagai hasil dari pengukuran tinggi kendaraan (*Output*). Penelitian ini menerapkan pendekatan metode *Research and Development (R&D)* yang dikombinasikan dengan metode eksperimen. Hasil pengujian kinerja alat menunjukkan rata - rata tingkat ketelitian sebesar 99,5%, serta rata - rata tingkat ketepatan sebesar 99,8%. Dari hasil uji coba yang dilakukan oleh 3 penguji, alat mampu menghemat waktu pengukuran sebesar 23 detik atau sekitar 35% lebih cepat dibandingkan dengan metode manual. Pengukuran manual memerlukan waktu rata-rata sekitar 1 menit 5 detik, sementara penggunaan alat ini hanya membutuhkan waktu rata-rata sekitar 42 detik, sehingga alat tersebut membantu meringankan tugas penguji serta meningkatkan keselamatan selama proses pengukuran.

Kata kunci: Pengukuran tinggi kendaraan, akurasi pengukuran, keselamatan penguji, arduino uno, sensor *TF mini Lidar*

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A VEHICLE HEIGHT MEASUREMENT ASSISTANT TOOL BASED ON ARDUINO UNO MICROCONTROLLER

By

RAFLI FIRMAN MAULANA
2201018

The increasing development of motorized vehicles increases the potential for accidents, one of which is over-dimensional vehicles. In order to prevent over-dimensional vehicles, the government has established regulations regarding vehicles. Measuring dimensions, especially measuring vehicle height, is often a challenge for inspector. The challenge in question is that the inspector has difficulty attaching the end of the meter because there is no flat top part of the vehicle so the measurement results are inaccurate. Not only that, the height measurement process is also carried out by climbing to the top of the vehicle using a ladder to reach the top of the vehicle to get accurate measurement results. This indicates that the process of measuring vehicle height manually is still inefficient and can endanger the safety of inspector. To answer this problem, this research designs and develops a tool for measuring vehicle height dimensions based on an Arduino Uno microcontroller which is equipped with a TF mini lidar sensor as input data, then the data is displayed on the LCD as a result of measuring vehicle height (Output). This research applies a Research and Development (R&D) method approach combined with experimental methods. The results of tool performance testing show an average accuracy level of 99.5%, and an average accuracy level of 99.8%. From the results of trials carried out by 3 testers, the tool was able to save measurement time by 23 seconds or around 35% faster than the manual method. Manual measurements take an average of around 1 minute 5 seconds, while using this tool only takes an average of around 42 seconds, so this tool helps lighten the inspector task and improves safety during the measurement process.

Keywords: *Vehicle height measurement, measurement accuracy, inspector safety, Arduino Uno, TF Mini LiDAR sensor*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia mengalami pertumbuhan yang pesat dalam jumlah kendaraan bermotor setiap tahunnya, berdasarkan data survei jumlah kendaraan bermotor yang terdiri mobil bus, mobil barang, mobil penumpang, dan sepeda motor terus meningkat dari tahun ke tahun hingga mencapai 5-10% per tahunnya pada 2018 sampai 2022 (BPS, 2022). Peningkatan jumlah kendaraan bermotor tersebut tidak hanya mencerminkan kebutuhan yang terus berkembang dipasar transportasi Indonesia, tetapi juga menunjukkan tantangan yang dihadapi negara dalam mengelola pertumbuhan kendaraan bermotor (Simanjuntak *and* Dompok, 2024). Semakin berkembangnya kendaraan bermotor membuat potensi terjadinya kecelakaan meningkat, kecelakaan di jalan raya dapat disebabkan oleh banyak faktor, salah satunya adalah kendaraan *over dimension*. Ketika dimensi kendaraan tidak sesuai dengan standar produksi pabrik atau merupakan hasil modifikasi, kendaraan tersebut dinyatakan kendaraan dengan dimensi berlebih atau *over dimension* (Oktarinda *et al.* 2022).

Dalam rangka pencegahan terhadap kendaraan *over dimension*, pemerintah telah menetapkan aturan terkait kendaraan. Sesuai dengan Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 pasal 49 menyatakan bahwa kendaraan bermotor, kereta gandengan, dan kereta tempelan yang diimpor, dibuat, atau dirakit di dalam negeri serta akan dioperasikan di jalan wajib dilakukan pengujian. Sebagaimana dimaksud pada Peraturan Pemerintah No. 55 Tahun 2012 pasal 1 bahwa pengujian kendaraan bermotor adalah serangkaian kegiatan menguji dan/atau memeriksa bagian atau komponen kendaraan bermotor, kereta gandengan, dan kereta tempelan dalam rangka pemenuhan terhadap persyaratan teknis dan laik jalan.

Berdasarkan Peraturan Menteri No. 19 Tahun 2021 Tentang Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor pasal 10 menyatakan pemeriksaan persyaratan teknis merupakan kegiatan yang dapat dilakukan secara visual dan secara manual dengan

atau tanpa alat bantu untuk memenuhi ketentuan terhadap persyaratan teknis kendaraan bermotor. Salah satu aspek pemeriksaan persyaratan teknis dengan pengujian secara manual yaitu pengukuran dimensi kendaraan bermotor, kereta gandengan, dan kereta tempelan. “Pengujian persyaratan teknis pengukuran dimensi dilakukan paling sedikit meliputi panjang kendaraan, lebar kendaraan, tinggi kendaraan, jarak sumbu kendaraan, julur depan (*front over hang*), julur belakang (*rear over hang*), sudut pergi kendaraan, jarak bebas kendaraan (*ground clearance*), jarak tertinggi anak tangga paling bawah dari permukaan tanah untuk mobil bus, lebar anak tangga untuk mobil bus, tinggi ruang penumpang untuk mobil bus, lebar pintu untuk mobil bus, ukuran tempat keluar darurat untuk mobil bus, lebar bak muatan terhadap ukuran kabin depan atau ban terluar untuk mobil barang, jarak bak muatan terhadap kabin untuk mobil barang, jarak sumbu untuk sumbu ganda atau *triple* pada mobil barang dan/atau mobil bus, tinggi bak muatan untuk mobil barang, lebar lorong (*gang way*) untuk mobil bus, jarak antar tempat duduk untuk mobil bus, dan lebar tempat duduk” (Pasal 11 PM 19 Tahun 2021).

Pengukuran dimensi khususnya pada pengukuran tinggi kendaraan seringkali menjadi tantangan bagi penguji. Tantangan yang dimaksud adalah saat melakukan pemeriksaan pengukuran tinggi secara manual, terutama pada kendaraan dengan tinggi lebih dari 2.500 mm. Penguji kesulitan untuk mengaitkan ujung meteran dikarenakan tidak terdapat bagian paling atas kendaraan yang rata sehingga hasil pengukuran menjadi tidak akurat. Permasalahan yang disebutkan diatas terjadi hampir diseluruh pengujian kendaraan bermotor yang ada di Indonesia, salah satunya pada Seksi Pengujian Kendaraan Bermotor Dinas Perhubungan Boyolali, kasus tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengukuran tinggi kendaraan bus Seksi PKB Dishub Boyolali

Tidak hanya itu, proses pengukuran tinggi juga dilakukan dengan cara naik ke bagian atas kendaraan menggunakan tangga untuk mencapai bagian paling atas kendaraan agar mendapatkan hasil pengukuran yang akurat. Hal tersebut menandakan bahwa proses pengukuran tinggi kendaraan dengan cara manual masih kurang efisien dan dapat membahayakan keselamatan penguji. Kasus tersebut dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pengukuran tinggi kendaraan barang Seksi PKB Dishub Boyolali

Berdasarkan permasalahan diatas penulis melakukan sebuah penelitian dengan pengembangan alat bantu pengukuran tinggi kendaraan untuk mempermudah penguji dalam melakukan pengukuran tinggi kendaraan dalam rangka pemenuhan Kertas Kerja Wajib dengan judul “Rancang Bangun Alat Bantu

Pengukuran Tinggi Kendaraan Berbasis Mikrokontroler Arduino uno”. Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini merancang dan mengembangkan alat bantu pengukuran dimensi tinggi kendaraan berbasis mikrokontroler arduino uno yang dilengkapi dengan sensor *TF mini lidar* sebagai data masukan (*input*), kemudian data tersebut ditampilkan pada LCD sebagai hasil dari pengukuran tinggi kendaraan (*Output*). Dengan demikian, alat ini diharapkan dapat mempermudah penguji dalam mendapatkan hasil pengukuran tinggi kendaraan tanpa perlu melakukan pengukuran secara manual menggunakan meteran.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan beberapa latar belakang diatas, penulis merumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan alat bantu pengukuran tinggi kendaraan?
2. Bagaimana tingkat ketelitian dan tingkat ketepatan hasil uji alat bantu pengukuran tinggi kendaraan?
3. Berapa efesiensi waktu yang diberikan oleh alat bantu pengukuran tinggi kendaraan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan diatas, maka tujuan dilakukan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui rancangan alat bantu pengukuran tinggi kendaraan;
2. Mengetahui tingkat ketelitian dan tingkat ketepatan hasil uji alat bantu pengukuran tinggi kendaraan; dan
3. Mengetahui efesiensi waktu yang diberikan oleh alat bantu pengukuran tinggi kendaraan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat penelitian tersebut yang berdampak bagi beberapa pihak sebagai berikut:

1. Bagi penulis

Melatih kemampuan analisis secara objektif terhadap permasalahan yang ada ditempat kerja dengan memanfaatkan dan mengembangkan teknologi dalam pelaksanaan pengujian kendaraan bermotor;

2. Bagi Politeknik Transportasi Darat Bali

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dari segi teori, perancangan, dan penerapan teknologi, sehingga kedepannya hasil penelitian tersebut dapat dijadikan referensi atau acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya; dan

3. Bagi Pengujian Kendaraan Bermotor di Indonesia

Potensi untuk dikembangkan menjadi alat pengukuran tinggi kendaraan *portabel* komersial di unit-unit pengujian kendaraan bermotor di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

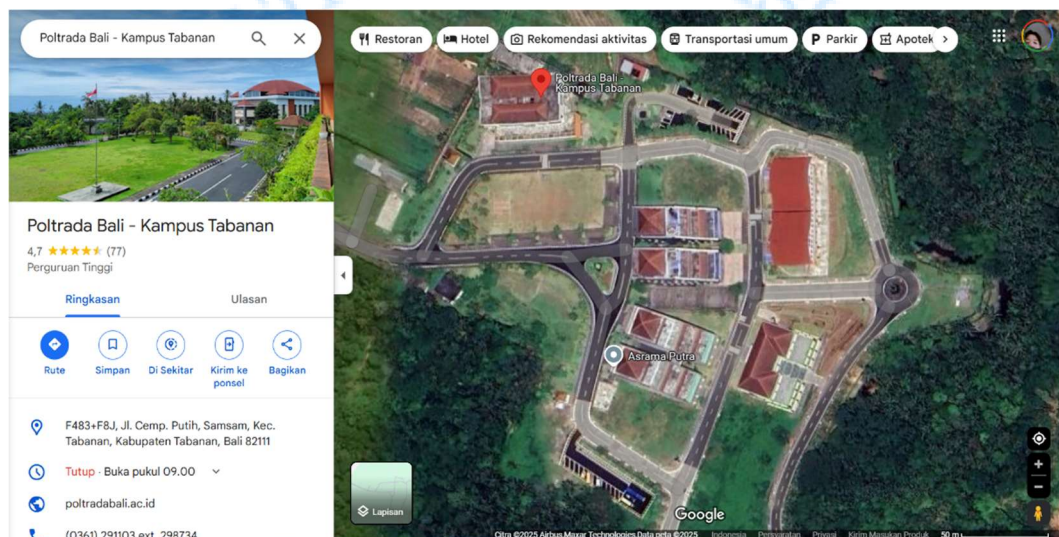
1. Alat bantu ini menggunakan Arduino uno dan sensor *TF mini lidar* sebagai *input* yang nantinya *Output* atau hasil pengukuran tinggi kendaraan melalui *display lcd*;
2. Mekanisme pengukuran dilakukan di tempat yang datar dengan tinggi kendaraan maksimal 4.200 mm sesuai dengan PP No. 55 Tahun 2012;
3. Pengoperasian alat pengukuran tinggi ini memerlukan bantuan penguji untuk menentukan bagian paling atas kendaraan;
4. Alat bantu pengukuran tinggi kendaraan ini dirancang berdasarkan permasalahan pengukuran pada kendaraan dengan tinggi lebih dari 2.500 mm; dan
5. Analisis data hasil uji kinerja alat pengukuran tinggi menggunakan analisis statistik deskriptif.

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Kondisi Wilayah

Pengujian alat pengukuran tinggi kendaraan dilakukan di gedung uji kendaraan bermotor Politeknik Transportasi Darat Bali kampus Tabanan. Beralamat di Jl. Cemp. Putih, Samsam, Kec. Tabanan, Kabupaten Tabanan, Prov. Bali.



(Sumber: <https://maps.app.goo.gl/dRi7SSGLfrwoZWS19>)

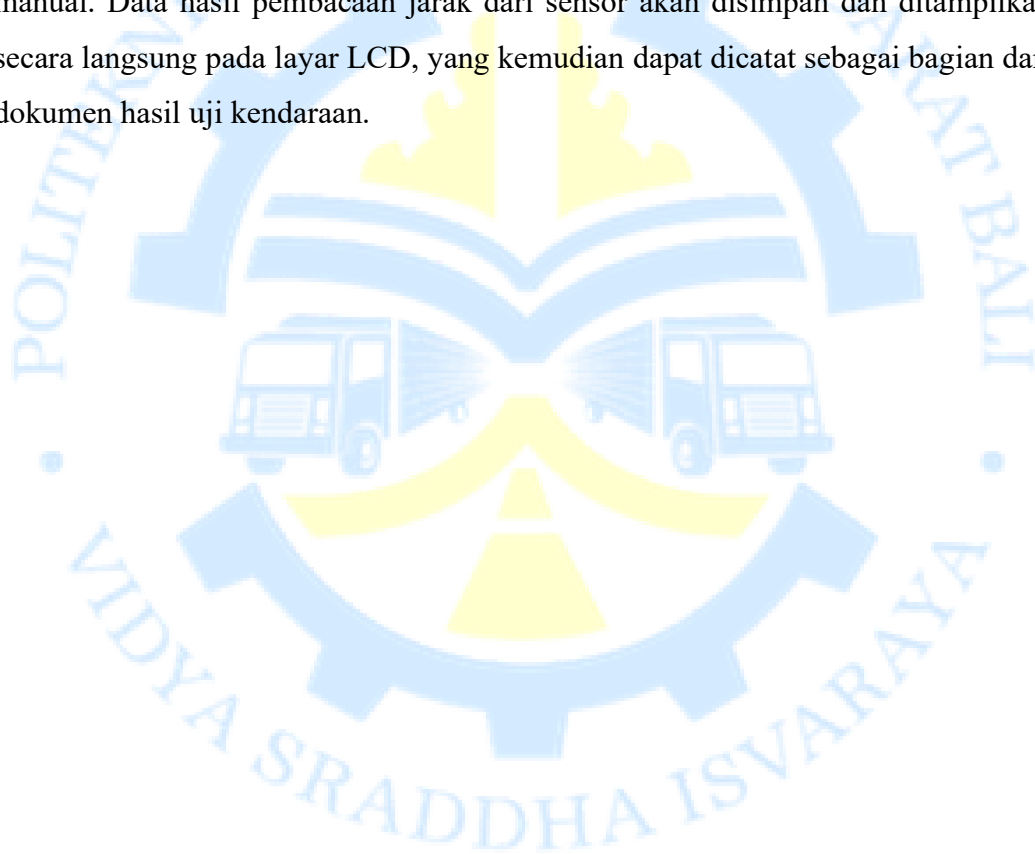
Gambar 3. Gedung uji kampus Poltrada Bali Tabanan

2.2 Kondisi Objek

Objek dalam penelitian ini adalah proses pengukuran tinggi kendaraan bermotor yang dilakukan pada UPUBKB (Unit Pelaksana Uji Berkala Kendaraan Bermotor), khususnya pada kendaraan angkutan barang dan penumpang yang memiliki dimensi tinggi bervariasi. Fokus utama penelitian ini yaitu pengukuran tinggi kendaraan menggunakan alat bantu berbasis mikrokontroler Arduino uno yang dilengkapi sensor *TF mini lidar*, serta didukung mekanisme motor *stepper* sebagai pengatur posisi sensor.

Tinggi kendaraan menjadi salah satu aspek penting dalam pengujian kendaraan bermotor karena menyangkut batas maksimal dimensi kendaraan yang

telah ditetapkan oleh peraturan pemerintah. Pengukuran tinggi secara manual dengan meteran konvensional pada kendaraan tinggi, seperti bus atau truk, sering kali mengharuskan petugas naik ke atas kendaraan atau menggunakan tangga untuk mencapai bagian tertinggi kendaraan saat melakukan pengukuran, yang tentunya berisiko terhadap keselamatan kerja. Selain itu, bentuk bagian paling atas kendaraan yang tidak selalu rata menyebabkan pengukuran menjadi tantangan bagi penguji dalam menentukan titik tertinggi kendaraan. Oleh karena itu, penelitian ini mengambil objek berupa penerapan alat bantu pengukuran tinggi kendaraan otomatis yang dirancang sebagai solusi pada pengukuran dimensi tinggi secara manual. Data hasil pembacaan jarak dari sensor akan disimpan dan ditampilkan secara langsung pada layar LCD, yang kemudian dapat dicatat sebagai bagian dari dokumen hasil uji kendaraan.



BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Pengujian Kendaraan Bermotor

Berdasarkan Peraturan Menteri No. 19 Tahun 2021 Tentang Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor Pasal 1 menyatakan bahwa Pengujian Kendaraan Bermotor adalah serangkaian kegiatan menguji dan/atau memeriksa bagian atau komponen Kendaraan Bermotor, kereta gandengan, dan kereta tempelan dalam rangka pemenuhan terhadap persyaratan teknis dan laik jalan. Pemeriksaan persyaratan teknis merupakan kegiatan yang dapat dilakukan secara visual dan secara manual dengan atau tanpa alat bantu untuk memenuhi ketentuan terhadap persyaratan teknis kendaraan bermotor.

Salah satu aspek pemeriksaan persyaratan teknis dengan atau tanpa alat bantu yaitu pengukuran dimensi utama kendaraan bermotor (Pratiwi, 2022). “Pengujian persyaratan teknis pengukuran dimensi dilakukan paling sedikit meliputi panjang kendaraan, lebar kendaraan, tinggi kendaraan, jarak sumbu kendaraan, julur depan (*front over hang*), julur belakang (*rear over hang*), sudut pergi kendaraan, jarak bebas kendaraan (*ground clearance*), jarak tertinggi anak tangga paling bawah dari permukaan tanah untuk mobil bus, lebar anak tangga untuk mobil bus, tinggi ruang penumpang untuk mobil bus, lebar pintu untuk mobil bus, ukuran tempat keluar darurat untuk mobil bus, lebar bak muatan terhadap ukuran kabin depan atau ban terluar untuk mobil barang, jarak bak muatan terhadap kabin untuk mobil barang, jarak sumbu untuk sumbu ganda atau *triple* pada mobil barang dan/atau mobil bus, tinggi bak muatan untuk mobil barang, lebar lorong (*gang way*) untuk mobil bus, jarak antar tempat duduk untuk mobil bus, dan lebar tempat duduk” (Pasal 11 PM 19 Tahun 2021).

3.2 Pengukuran Tinggi Kendaraan

Pengukuran merupakan suatu rangkaian kegiatan sistematis yang dilakukan dengan tujuan untuk menentukan nilai suatu besaran tertentu dalam bentuk angka yang akurat dan objektif. Secara umum, proses pengukuran ini melibatkan kegiatan

membandingkan antara besaran yang belum diketahui nilainya dengan besaran lain yang sudah diketahui nilainya dan telah ditetapkan sebagai standar. Perbandingan ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur yang sesuai dengan jenis besaran yang diukur, sehingga hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (Sulistiadji *and* Pitoyo, 2009).

Berdasarkan Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Darat No. AJ.510/1/6/DJPD/2020 tentang Pedoman Pemeriksaan Fisik Rancang Bangun Sarana Angkutan Jalan menyatakan bahwa pengukuran tinggi kendaraan diukur mulai dari permukaan lantai ke bagian tertinggi kendaraan uji. Bagian kendaraan yang tidak termasuk dalam pengukuran tinggi yaitu antena, aksesoris jenis lentur dan lain-lain yang sifatnya tidak permanen. Berdasarkan PP 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan menyatakan bahwa tinggi kendaraan tidak boleh melebihi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter dan tidak lebih dari 1,7 (satu koma tujuh) kali lebar kendaraan.

Pengukuran tinggi kendaraan juga dibahas pada UN *Regulation* No. 107 *Revision 7* yang mengutip pada standar nasional ISO 612-1978 tentang Dimensi Kendaraan Bermotor Dan Kendaraan Penarik menyatakan bahwa tinggi kendaraan yaitu jarak antara permukaan pendukung yang menyentuh bagian paling atas dari sebuah kendaraan dengan bidang horizontal (permukaan tanah atau lantai). Bagian paling atas kendaraan adalah komponen tetap, tidak termasuk antena dan bagian lentur lainnya.

Dalam pemeriksaan kesesuaian fisik kendaraan bermotor, salah satu elemen yang diperhatikan adalah tinggi kendaraan. Untuk memastikan bahwa tinggi kendaraan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, diberikan toleransi pada pengukuran tinggi kendaraan yang disebut sebagai batas atas. Toleransi batas atas untuk tinggi kendaraan ditetapkan sebesar 0,5 per seratus dari ukuran fisik tinggi kendaraan, ditambah dengan 20 milimeter. Toleransi tersebut tetap memperhatikan bahwa ukuran fisik kendaraan tidak boleh melebihi ambang batas maksimum yang telah ditetapkan dalam persyaratan teknis ukuran kendaraan bermotor dan persyaratan pengelompokkan kelas jalan (Pasal 48 PM 33 Tahun 2018). Dengan kata lain, Pengukuran tinggi kendaraan dilakukan secara sistematis dengan

membandingkannya terhadap standar yang ditetapkan, menggunakan alat ukur yang *valid*. Hal ini bertujuan memastikan kendaraan memenuhi standar keselamatan dan laik jalan.

3.3 Komponen Rancang Bangun Alat

Berikut merupakan berbagai komponen yang dibutuhkan dalam perakitan alat bantu pengukuran tinggi kendaraan sesuai dengan spesifikasinya.

3.3.1 Arduino uno R3

Arduino yaitu sebuah *board minimum* sistem mikrokontroler yang bersifat *open source*, arduino juga memiliki bahasa program sendiri berupa bahasa C (Dharma *et al.* 2019). Arduino uno R3 merupakan sebuah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis *chip* ATmega328P (Hikmatullah *et al.* 2021). Arduino uno mempunyai 14 pin *digital* sebagai *input* dan *Output* (biasa ditulis I/O), yang dimana 14 pin tersebut dapat dipakai sebagai *Output* PWM (dari pin 0 sampai 13). Selain itu juga terdapat 6 pin *analog* sebagai *input* (dari pin A0 sampai A5), koneksi USB, *jack* listrik, *header* ICSP dan tombol *reset*. Dalam proses pembuatan rangkaian mikrokontroler, spesifikasi yang disebutkan tersebut merupakan komponen pendukung yang sangat penting.



(Sumber: <https://images.app.goo.gl/CrsWFAk85NCsMetc9>)

Gambar 4. Arduino uno R3

3.3.2 Sensor *TF Mini Lidar*

Rangkaian sensor *TF Mini lidar*, kapasitas maksimal pengukuran sensor jarak ini adalah 0,3 m sampai 12 m. Sensor *TF mini lidar* memanfaatkan protokol komunikasi data UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*), yang

berfungsi mengubah data paralel menjadi data serial dan sebaliknya. Umumnya, sensor ini menggunakan *baud rate* sebesar 115200 bps, sehingga dalam pembuatan program pada *Arduino IDE*, pengaturan serial data juga disesuaikan pada *baud rate* 115200 bps agar komunikasi data dapat berjalan dengan baik (Soleman and Pratama, 2020). Sensor ini dapat bekerja dengan baik dalam rentang suhu antara -20°C hingga 60°C, dan mampu menoleransi cahaya sekitar hingga 70.000 lux.



(Sumber: <https://images.app.goo.gl/VgUAeeCFDnKB7zAg7>)

Gambar 5. Sensor *TF mini lidar*

Sensor *lidar* bekerja dengan memancarkan gelombang laser inframerah ke arah objek, lalu mengukur waktu yang dibutuhkan cahaya tersebut untuk kembali ke sensor setelah dipantulkan oleh objek. Metode pengukuran ini dikenal dengan istilah *Time of Flight* (ToF) (Nur Aziz and Zakariyah, 2022). Nilai (ToF) sendiri dihitung berdasarkan perbedaan fasa antara gelombang yang dipancarkan dan yang dipantulkan, dengan persamaan:

$$\boxed{\text{ToF} = nT \frac{\varphi}{2\pi} T} \quad (3.1)$$

Keterangan:

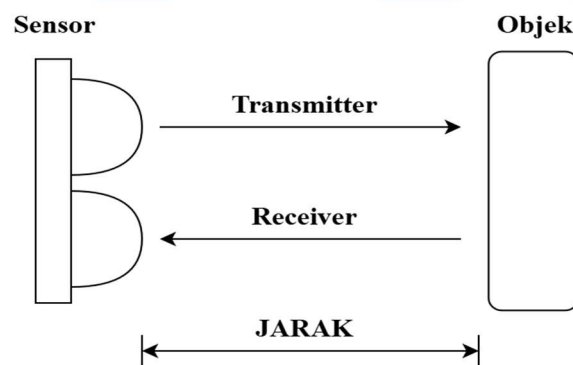
1. ToF adalah waktu tempuh cahaya (*Time of Flight*)
2. n adalah jumlah gelombang penuh yang ditempuh
3. T adalah waktu yang diperlukan cahaya untuk satu siklus gelombang
4. φ adalah perbedaan fasa antara gelombang datang dan gelombang pantul
5. 2π adalah satu gelombang penuh (dari 0 kembali ke 0) setara dengan 2π radian

Setelah waktu tempuh (ToF) diketahui, jarak objek dari sensor dapat dihitung dengan persamaan:

$$D = \frac{C \times \text{ToF}}{2} \quad (3.2)$$

Keterangan:

1. D adalah jarak antara sensor dan objek
2. C adalah kecepatan cahaya di udara
3. ToF adalah waktu tempuh cahaya dari sensor ke objek dan kembali lagi ke sensor
4. Pembagian dengan 2 karena cahaya menempuh jarak dua kali (pergi dan pulang)



Gambar 6. Prinsip kerja sensor *lidar*

3.3.3 Sensor *Infrared*

Sensor *Infrared* E18-D80NK merupakan salah satu jenis sensor *Infrared* yang mengintegrasikan pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*) dalam satu modul, sehingga mampu mendeteksi objek melalui pantulan sinar inframerah secara efektif. Rentang jarak deteksi sensor ini dapat diatur mulai dari 3 cm hingga 80 cm, menjadikannya fleksibel untuk berbagai kebutuhan aplikasi otomasi. *Output* sensor berupa sinyal *digital* memudahkan integrasi dengan rangkaian elektronik maupun mikrokontroler (Paramananda *et al.* 2018). Sensor *Infrared* E18- D80NK memiliki baut yang dapat diatur untuk mengubah jarak deteksi obyek. Sensor *Infrared* E18D80NK membutuhkan tegangan sebesar 5V DC (Wijanarko and Hariyanto, 2022).



(Sumber: <https://images.app.goo.gl/yZ2kL81MwXAF66H59>)

Gambar 7. Sensor *infrared* E18-D80NK

3.3.4 LCD I2C 16x2

Display elektronik merupakan suatu komponen elektronika yang memiliki fungsi sebagai tampilan suatu data, baik dari karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Crystal Display*) I2C 16x2 merupakan lapisan *film* yang mengandung kristal cair dan terletak di antara dua lapisan kaca yang dilengkapi dengan elektroda logam transparan. Ketika tegangan dialirkan ke beberapa pasang elektroda, molekul-molekul kristal cair akan tersusun sedemikian rupa sehingga mampu menyerap cahaya yang mengenainya. Penyerapan cahaya inilah yang kemudian membentuk tampilan huruf, angka, atau gambar sesuai dengan bagian yang diaktifkan. Perangkat ini dapat menampilkan teks dan karakter pada layar kristal cair *LCD* 16x2 (16 kolom dan 2 baris) menggunakan protokol I2C.



(Sumber: <https://images.app.goo.gl/Qcydp5CGwE23qWN36>)

Gambar 8. LCD I2C 16x2

3.3.5 Motor *Stepper* NEMA 23

Motor *stepper* adalah perangkat elektromekanis yang berfungsi mengubah sinyal pulsa elektronik menjadi gerakan mekanis. Motor ini bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan. Sehingga diperlukan pengendali motor *stepper* yang dapat menghasilkan pulsa-pulsa secara periodik untuk menggerakkannya (Prasetyo *et al.* 2020). Motor *stepper* NEMA 23 adalah tipe motor *stepper* yang memiliki dimensi fisik sesuai dengan standar NEMA 23. NEMA sendiri merupakan singkatan dari *National Electrical Manufacturers Association*, yang menetapkan standar untuk mengklasifikasikan ukuran fisik motor serta peralatan listrik lainnya (Khairiyah and Masril 2023). Motor *stepper* merupakan motor DC tanpa komutator yang hanya memiliki kumparan pada bagian stator dan rotor berupa magnet permanen, sehingga posisinya dapat diatur serta dapat berputar searah atau berlawanan arah jarum jam sesuai kebutuhan (Wibowo and Nugraha 2021). Motor *stepper* dapat berputar dengan sudut langkah (*step*) yang bervariasi tergantung jenis motor, di mana ukuran *step* (*step size*) berada pada rentang $0,9^\circ$ hingga 90° , seperti $7,5^\circ$, 15° , 30° , dan seterusnya sesuai kebutuhan yang diinginkan, sehingga posisi putarannya relatif eksak dan stabil (Ismaranatasia *et al.* 2021).



(Sumber: <https://images.app.goo.gl/udKmdiVJFGAt1kaB7>)

Gambar 9. Motor *stepper* NEMA 23

3.3.6 *Driver* Motor TB6600

Secara teori, motor *stepper* dapat dikendalikan langsung oleh mikrokontroler. Namun, dalam praktiknya, arus dan tegangan yang dihasilkan mikrokontroler terlalu kecil untuk menggerakkan motor *stepper*. Oleh karena itu,



(Sumber: <https://images.app.goo.gl/8hvqtSvVKqge9JYU6>)

Gambar 11. *Power supply 12V 10A*

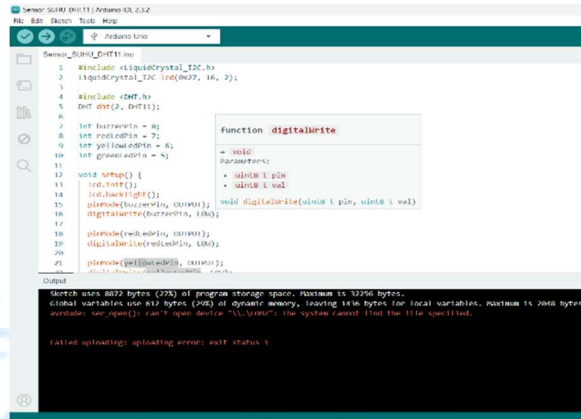
Dengan demikian, alat bantu pengukuran tinggi kendaraan ini memanfaatkan Arduino uno R3 sebagai pengendali utama, dilengkapi dengan sensor TF mini lidar untuk mengukur jarak secara akurat. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD I2C 16x2, sementara motor *stepper* NEMA 17 dan *driver* TB6600 digunakan untuk menyesuaikan posisi sensor. *Power supply* 12V 10A berfungsi sebagai sumber daya utama untuk menggerakkan motor *stepper* NEMA 17 melalui *driver* TB6600. Dengan komponen-komponen ini, alat dapat mengukur tinggi kendaraan secara otomatis, presisi, dan sesuai standar teknis yang berlaku.

3.4 *Software*

3.4.1 *Arduino IDE*

Integrated Development Environment atau IDE merupakan sebuah aplikasi perangkat lunak yang dirancang untuk memudahkan programmer mengembangkan kode perangkat lunak (Endra *et al.* 2019). Program yang dibuat menggunakan *Software Arduino IDE* disebut dengan *sketch*. *Sketch* ini ditulis melalui *editor teks* dan disimpan dengan ekstensi *file* arduino. Dalam perangkat lunak ini, terdapat *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan informasi status, seperti pesan kesalahan, proses kompilasi, dan upload program. Di bagian kanan bawah *Arduino IDE*, ditampilkan jenis *board* yang sedang digunakan serta *COM Port* yang tersedia. Tombol *Verify* atau *Compile* berfungsi untuk memeriksa apakah terdapat kesalahan sintaks dalam *sketch* yang dibuat. Jika

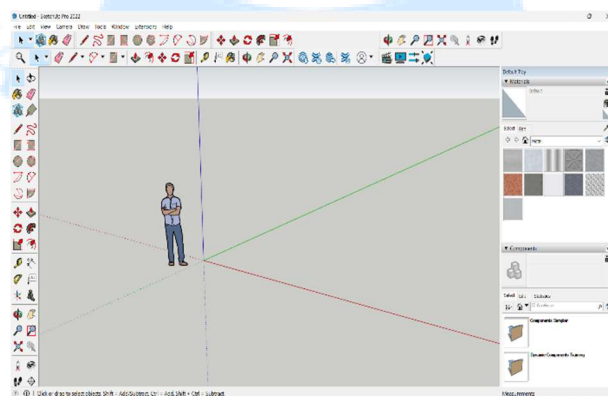
tidak ditemukan kesalahan, maka sintaks tersebut akan dikompilasi ke dalam bahasa mesin. Sementara itu, fungsi tombol *Upload* adalah untuk mengirimkan program yang telah dikompilasi ke papan Arduino.



Gambar 12. Tampilan aplikasi *Arduino IDE*

3.4.2 *SketchUp*

SketchUp adalah sebuah aplikasi yang umum digunakan untuk membuat objek tiga dimensi (3D), dan dirancang untuk berbagai bidang seperti teknik sipil, arsitektur, pengembangan game, pembuatan film, dan lainnya. Aplikasi ini dirancang dengan antarmuka yang lebih mudah digunakan dibandingkan beberapa program lain seperti AutoCAD. Hasil desain dari *SketchUp* dapat disimpan dalam format PNG maupun JPEG. Selain itu, kualitas desain yang dihasilkan tergolong akurat karena skala pada gambar 3D dapat diatur sesuai kebutuhan (Ramdani, 2019).



Gambar 13. Tampilan aplikasi *sketchup*

3.5 Metode Penelitian *Research and Development (R&D)*

Research and Development (R&D) merupakan metode atau langkah yang digunakan untuk menghasilkan produk baru atau pengembangan serta penyempurnaan dari produk yang sudah ada untuk mengetahui terkait efektifitas suatu produk tersebut sehingga produk tersebut dapat dipertanggungjawabkan (Okpatrioka, 2023). Metode ini berfokus pada proses atau langkah-langkah yang dilakukan untuk pengembangan produk baru atau penyempurnaan produk yang sudah ada. Proses *Research and Development (R&D)* terdiri dari beberapa langkah yang disebut siklus R&D, yang meliputi mempelajari hasil penelitian yang relevan dengan produk yang akan dikembangkan, melakukan pengembangan produk berdasarkan temuan tersebut, serta memperbaiki kekurangan yang ditemukan selama tahap pengembangan. Pada tahap uji coba awal (*preliminary testing*), umumnya berkisar antara 5-15 percobaan alat untuk mengevaluasi kelayakan produk sebelum dikembangkan lebih lanjut (Azizah, 2019).

3.6 Metode Eksperimen

Penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel lain dalam kondisi yang terkontrol (Ermanto *et al.* 2023). Metode eksperimen mengarah pada pemecahan masalah, eksperimen difokuskan pada proses perbaikan maupun peningkatan alat dan program (Mustafa *et al.* 2020). Pada penelitian ini peneliti melakukan pengamatan dan menganalisa kembali hasil rancangan alat dan program. Beberapa penelitian eksperimen menggunakan ukuran sampel *minimal* yang sangat kecil, yaitu 3-5 unit observasi dalam setiap sel atau kelompok yang diperhatikan untuk kemudahan menghitung nilai rata-rata dan standar deviasinya (Alwi, 2015).

3.7 Kalibrasi

Kalibrasi alat ukur ini bertujuan untuk memverifikasi bahwa suatu alat ukur sesuai dengan rancangannya. Kalibrasi merupakan kegiatan yang membandingkan suatu standar (Fitrya *et al.* 2017). Pengolahan data kalibrasi alat menggunakan persamaan standar deviasi, standar deviasi adalah suatu nilai yang menunjukkan

tingkat variasi kelompok data atau ukuran standar penyimpangan dari meannya. persamaan standar deviasi populasi untuk data tunggal (Mokosolang *et al.* 2015).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Xi - \bar{X})^2}{n}} \quad (3.3)$$

Sumber: (Mokosolang *et al.* 2015)

Keterangan:

σ = standar deviasi dari populasi

Xi = nilai individu dalam data

\bar{X} = rata-rata dari seluruh data (*mean*)

n = jumlah data

Penentuan ketelitian dan ketepatan pada hasil pembacaan alat digunakan persamaan sebagai berikut (Syahlan *et al.* 2024).

$$\text{Ketelitian} = \left[1 - \frac{\Delta x}{\bar{X}} \right] \times 100\% \quad (3.4)$$

Sumber: (Syahlan *et al.*, 2024)

Keterangan:

Δx = standar deviasi

\bar{X} = rata-rata dari seluruh data (*mean*)

$$\text{Ketepatan} = \left(1 - \frac{H - \bar{X}}{H} \right) \times 100\% \quad (3.5)$$

Sumber: (Syahlan *et al.*, 2024)

Keterangan:

H = standar deviasi

\bar{X} = rata-rata dari seluruh data (*mean*)

3.8 Penelitian Terdahulu

Tabel 3. 1 Penelitian terdahulu

No	Judul Penelitian	Metode	Hasil
1.	<i>Design And Development Of Arduino Mega-Based Vehicle Dimension Measurement Tool</i> (Dandi <i>et al.</i> 2024)	Metode Penelitian ini memakai metode (R&D) <i>Research and Development</i>	Alat Bantu Penguji dalam Melakukan Pengukuran <i>Ground Clearance</i> Dengan Alat Bantu Tambahan Berupa Sensor Ultrasonik HC-SR04. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan tingkat kesalahan yaitu 2,60% untuk tingkat akurasi 9,40% dan tingkat ketelitian adalah 99%.
2.	Rancang Bangun Alat Pengukuran Dimensi Kendaraan Bermotor Berbasis Raspberry Pi (Santoso <i>et al.</i> 2021)	Metode Penelitian ini memakai metode (R&D) <i>Research and Development</i>	Rancang bangun alat pengukuran dimensi ini menggunakan Arduino uno dan Raspberry Pi, dengan <i>input</i> berupa sensor ultrasonik. Proses kontrol menggunakan Raspberry Pi yang terhubung dengan Arduino, dengan <i>Output</i> menggunakan LCD yang terintegrasi langsung dengan data di website. Alat pengukur dimensi ini cukup efektif namun hanya dapat mengukur panjang lebar dan tinggi kendaraan untuk ROH FOH dan wheelbase masih belum dapat terbaca secara otomatis
3.	<i>Design And Development Of Arduino Mega-Based Vehicle Dimension Measurement Tool</i> (Sasue <i>et al.</i> 2022)	Metode Penelitian ini memakai metode (R&D) <i>Research and Development</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat pengukur dimensi kendaraan berbasis Arduino Mega 2560 dan sensor <i>Lidar</i> maupun ultrasonik dapat digunakan untuk mengukur panjang, lebar, dan tinggi kendaraan secara otomatis. Tingkat akurasi alat mencapai

No	Judul Penelitian	Metode	Hasil
			95,39% hingga 98,62% terhadap standar pabrikan. Sistem terbukti mampu bekerja sesuai desain dengan deviasi pengukuran yang masih dalam batas toleransi (<5%).
4.	Prototipe alat bantu ukur dimensi kendaraan bermotor berbasis mikrokontroler (Novianto <i>et al.</i> 2024)	Metode Penelitian ini memakai metode (R&D) <i>Research and Development</i>	Sistem <i>input</i> terdiri dari sensor utama yaitu laser distance sensor JRT M88B, data diolah melalui mikrokontroler ESP 32 dan <i>Output</i> tampilan pada LCD. Prototipe ini hanya dapat mengukur ketinggian kendaraan diatas 1700 mm yang merupakan keterbatasan dari alat. Dan hasil secara statistik menunjukkan nilai signifikansi (P) adalah 0,125.

Berdasarkan Tabel 3.1, dapat diketahui bahwa sebagian besar penelitian terdahulu pada perancangan alat bantu pengukuran dimensi kendaraan menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dan memanfaatkan sensor ultrasonik serta mikrokontroler seperti arduino atau raspberry Pi sebagai pusat pengendali. Penelitian oleh (Dandi *et al.* 2024) berfokus pada alat bantu pengukuran ground clearance berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan menghasilkan tingkat ketelitian yang tinggi dalam pengukuran manual. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh (Santoso *et al.* 2021) mengembangkan alat pengukur dimensi kendaraan yang terintegrasi dengan website menggunakan raspberry pi dan arduino uno. Sistem ini cukup efektif dalam mengukur panjang, lebar, dan tinggi kendaraan, meskipun untuk beberapa parameter seperti FOH, ROH, dan *wheelbase* masih memiliki keterbatasan dalam deteksi otomatis.

Penelitian oleh (Sasue *et al.* 2022) menunjukkan bahwa penggabungan Arduino Mega 2560 dengan sensor *LIDAR* dan sensor ultrasonik mampu menghasilkan akurasi pengukuran hingga lebih dari 98%, dengan deviasi hasil yang

masih dalam batas toleransi. Adapun (Novianto *et al.* 2024) merancang prototipe alat ukur berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor laser distance JRT M88B, namun alat ini masih terbatas pada pengukuran ketinggian kendaraan di atas 1700 mm.

Penelitian ini berfokus pada rancang bangun alat bantu pengukuran tinggi kendaraan berbasis mikrokontroler Arduino uno dengan sensor *TF mini lidar*. Alat dirancang untuk menggantikan pengukuran manual menggunakan meteran, sehingga meningkatkan keakuratan dan keselamatan penguji. Metode *Research and Development* (R&D) diterapkan untuk memastikan tahapan perancangan berjalan sistematis, mulai dari identifikasi masalah, desain alat, uji coba, hingga evaluasi kinerja. Selain itu, analisis statistik deskriptif digunakan untuk membandingkan hasil pengukuran alat dengan metode manual guna menguji akurasi dan efektivitas sistem.

