

Contents list available at [Sinta](https://sinta)

ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>

Pengembangan sistem pengukuran dimensi kendaraan bermotor berbasis mikrokontroler

Nanang Okta W¹, Arief Novianto^{2*}, Syaibani Ikhsan³, Agus Siswono⁴^{1,2,3}Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Jl. Perintis Kemerdekaan no.17, Tegal, Jawa Tengah, Indonesia⁴Badan Pengembangan SDM Perhubungan, Jl. Medan Merdeka Timur no.5, Jakarta, Indonesia

ARTICLE INFO

Keywords:
dimension measurement system
vehicle dimension
microcontroller
portable
accurate

ABSTRACT

This research is an improvement on the previous prototype. The objective of this research is to develop a dimensional measurement system that is easier, faster, lighter, more accurate, and more portable. Research and Development (R&D) methods were used to develop a tool that meets the research objectives. This tool works by emitting infrared rays that are reflected on a reflector rod. The data is processed using an ESP32 microcontroller, and the measurement results can be viewed on an LCD screen. The LCD module includes options for measuring vehicle dimensions with two or three axes. The device is made of aluminium, making it lighter. It is easy to fold, and to improve accuracy, a laser is installed to ensure that the emitter and reflector rods are perpendicular to each other. A comparison of the dimensional measurements between this measuring device and a calibrated measuring tape shows a significance value (P) of 0.061. With a significance value greater than 0.05, the results are considered not significantly different from those of the calibrated measuring tape, but with an easier, faster, more portable and accurate process.

Pendahuluan

Konstruksi kendaraan bermotor sekarang ini banyak menggunakan material yang ringan pada sasisnya untuk menghemat bahan bakar [1]. Sehingga secara ekonomis kendaraan bermotor sangat menguntungkan

sebagai sarana transportasi. Transportasi adalah salah satu cara yang sangat penting untuk mempercepat proses perpindahan orang dan barang dari satu tempat ke tempat lain [2].

*Corresponding author: ariefnovianto@pktj.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.24127/armatur.v7i1.10971>

Received 14 Januari 2026; Received in revised form 11 Februari 2026; Accepted 10 Maret 2026

Available online 31 Maret 2026

Selain konstruksi dan kinerja mesin, dimensi kendaraan juga mengalami perubahan. Operator angkutan barang, cenderung mengubah dimensi kendaraan mereka. Perubahan dimensi kendaraan khususnya angkutan barang biasanya bertujuan untuk mendapatkan volume angkut yang lebih besar sehingga mampu memuat barang yang lebih banyak [3,4].

Perubahan pada dimensi kendaraan dapat menyebabkan *Over Dimension Over Loading* (ODOL). ODOL adalah kendaraan yang memiliki dimensi dan muatan yang berlebih. Kendaraan ODOL dapat berpotensi menyebabkan kecelakaan [5]. Penggunaan kendaraan ODOL untuk angkutan barang banyak menimbulkan kerugian. Mulai dari kerugian akibat kecelakaan lalu lintas hingga kerusakan infrastruktur, baik jalan maupun jembatan yang dilewati [5,6,7].

Unit Pelaksana Uji Berkala Kendaraan Bermotor (UPUBKB) berperan penting dalam mengontrol serta memastikan bahwa kendaraan bermotor telah memenuhi memenuhi persyaratan teknis dan laik jalan [8,9]. Salah satunya dengan melakukan pengukuran dimensi kendaraan bermotor yang bertujuan untuk mengontrol kendaraan yang memiliki dimensi berlebih atau *Over Dimension*. *Over dimension* adalah keadaan modifikasi dimana dimensi kendaraan tidak memenuhi standar [10] serta melanggar hak cipta yang dibuat oleh pabrikan kendaraan bermotor yang membuatnya [11].

Selain UPUBKB, Kementerian Perhubungan juga berkepentingan dalam menjaga agar kendaraan tidak ODOL melalui pemeriksaan karoseri oleh Balai Pengelola Transportasi Darat (BPTD) dan pemeriksaan di jembatan timbang. Hal ini karena jembatan timbang adalah sebagai fungsi kontrol pergerakan angkutan barang dan logistik yang melewati jalan raya [12].

Pada beberapa UPUBKB dan BPTD, pengukuran dimensi kendaraan masih menggunakan alat konvensional yaitu pita ukur manual atau meteran *Roll* [13]. Pada proses ini memiliki kekurangan diantaranya memerlukan lebih banyak petugas, hasil

pengukuran kurang akurat, sehingga membuat pelayanan dalam pengujian kendaraan kurang efektif dan kurang maksimal. Hal ini menyebabkan potensi terjadinya kendaraan ODOL menjadi besar.

Penelitian ini untuk mengembangkan alat-alat ukur dimensi kendaraan yang sudah dibuat sebelumnya. Sasue dkk membuat alat ukur dimensi digital yang mempunyai ukuran yang cukup besar namun bersifat menetap atau tidak bisa dipindahkan [13]. Sedangkan Arief dkk membuat prototipe alat ukur dimensi dengan mikrokontroler ESP32 tetapi masih menggunakan material yang cukup berat, kurang portabel dan adanya ketidaklurusan antara batang pemancar dan pemantul [14]. Prototipe alat ukur dimensi sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prototipe alat yang dibuat sebelumnya

Kebaruan alat yang dibuat pada penelitian ini yaitu lebih ringan, portabel, dan memiliki sistem penjajaran laser untuk menjamin kelurusan batang pemancar. Dengan adanya kebaruan tersebut diharapkan alat tersebut dapat berfungsi lebih maksimal dalam pengukuran dimensi kendaraan bermotor.

Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah ESP32. Hal ini karena keunggulan dari ESP 32 adalah adanya fasilitas memori yang besar, *bluetooth* dan *WIFI* [15].

Material yang digunakan dipilih Aluminium sebagai material yang ringan sehingga mudah untuk dipindahkan/portabel. Sensor pengukur jarak menggunakan *distance laser sensor* JRT M88B yang mempunyai akurasi pengukuran sampai 1 mm sehingga lebih akurat

dibanding sensor Lidar. Laser digunakan sebagai penuntun kelurusan dari penempatan alat sehingga pengukuran menjadi lebih akurat.

Dengan keterbatasan pita ukur manual (meteran *roll*) dan alat ukur dimensi yang sudah dibuat sebelumnya, pengembangan alat ukur dimensi dengan mikrokontroler ini diharapkan dapat memecahkan masalah yang ada yaitu akurasi, penyimpanan data, kemudahan untuk digunakan dan portabel.

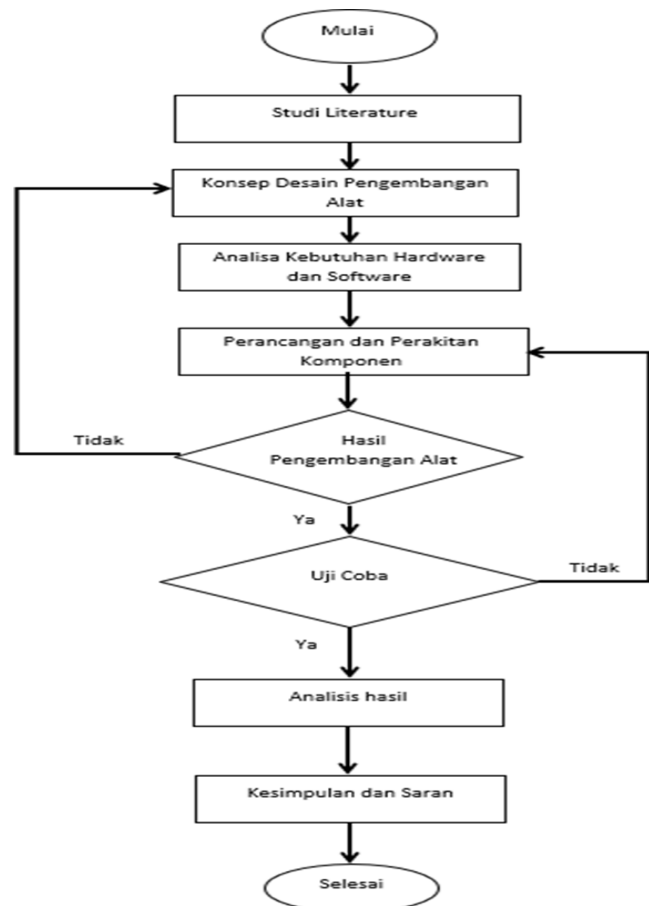
Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan merancang bangun alat hingga pengujian alat.

Alat yang dibuat merupakan pengembangan dari prototipe alat sebelumnya. Prototipe sebelumnya dibuat dengan material besi dan cukup berat untuk dipindahkan.

Tahapan penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, dan penyelesaian. Pada tahap persiapan dimulai dari studi literatur mengonsep pengembangan alat dan menganalisis kebutuhan yang di perlukan.

Pada tahap pelaksanaan peneliti mulai merancang dan merakit alat sesuai dengan desain pengembangan, dan tahap terakhir adalah pengujian alat. Pada tahap ini dilakukan pengujian alat ukur dengan pita ukur terkalibrasi serta melakukan pengukuran dimensi langsung pada kendaraan uji . Secara lengkap *flowchart* penelitian terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart penelitian

Bahan dan Komponen

Pada pembuatan alat ukur dimensi ini diperlukan bahan dan komponen tertentu sesuai dengan perencanaan. Bahan/ material yang digunakan terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan/ material yang digunakan

Bahan/material	Peruntukan
Aluminium <i>Hollow</i> (4x4cm, 3x3cm, 2,5x2,5cm)	Tiang pemancar dan pemantul
Aluminium profil (2x2cm)	Untuk rel alat pemancar
Engsel/ elbow besi	engsel lipat
Plastik ABS (<i>3D printing</i>)	penutup ujung batang
Kenop karet	Untuk pengunci tiang
Box plastik	Tempat komponen alat ukur dimensi

Sedangkan untuk komponen dan *software* yang digunakan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen dan *software* yang digunakan

Komponen/ <i>software</i>	Keterangan
Mikrokontroler	ESP 32 (with Bluetooth & WIFI)
Sensor jarak	Laser Distance Sensor JRT M88B
LCD	LCD 16x2 backlight module 12C
Sensor Laser	Range Finder 50m
Waterpass	Untuk kerataan bidang saat mengukur
Baterai Lithium	Sebagai sumber tegangan DC pada alat ukur
Thermal printer	Untuk melihat hasil pengukuran
Charger tipe C	Rangkaian untuk mengisi daya baterai
Indikator Baterai	Indikator kapasitas baterai
Kabel	Pengantar tegangan dan arus
Laptop	Windows 10
Arduino IDE	Software pembuatan program
Sketchup	Software untuk mendesain alat

Desain Pengembangan

Pada Studi literatur diambil referensi dari regulasi terkait yang nantinya sebagai rujukan pembuatan alat atau dari buku / jurnal yang berkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan terdahulu. Desain alat juga digambar didalam *software sketchup* sebelum dibuat bentuknya dengan *3D printing* (Gambar 3).



Gambar 3. Desain alat dengan *software sketchup*

Pada konsep desain pengembangan dijabarkan tentang konsep atau ide yang akan ditambahkan untuk pengembangan dari prototipe sebelumnya. Konsep pengembangannya adalah membuat alat menjadi lebih akurat dan lebih ringan dari alat sebelumnya. Dengan bahan lebih ringan maka mudah dibawa kemana-mana. Penambahan laser digunakan untuk menjadikan alat lebih akurat.

Analisis kebutuhan *hardware* dan *software* disesuaikan dengan konsep desain pengembangan alat. Pada rancang bangun ini terjadi perubahan bahan dari besi menjadi aluminium. Hal ini membuat alat ukur ini menjadi lebih ringan. Selain itu untuk mempermudah pemindahan alat, maka rancang bangun kali dibuat agar alat dapat dilipat sehingga lebih mudah digunakan dan lebih portabel seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pembuatan alat portable dari bahan aluminium

Pada batang alat ukur untuk pengukuran tinggi ini juga dibuat lebih kokoh sehingga diharapkan hasil pengukuran lebih akurat. Alat ini didesain bisa untuk mengukur kendaraan maksimal 3 sumbu. Perangkat ini sudah dilengkapi dengan *thermal printer* yang terkoneksi dengan *bluetooth* sehingga memudahkan dalam penggunaan. Ukuran *printer* dipilih

yang kecil dan mudah dibawa/ dipindahkan (portabel).

Untuk menu di LCD bisa untuk memilih apakah yang akan diukur kendaraan dengan 2 sumbu atau 3 sumbu/ *axle* seperti pada Gambar 5. Sehingga hasilnya bisa langsung terlihat pada *display LCD* untuk ukuran dimensi mana saja yang diukur seperti terlihat di Gambar 6.



Gambar 5. *Display* pemilihan 2 sumbu dan 3 sumbu



Gambar 6. *Display* pemilihan pengukuran dimensi

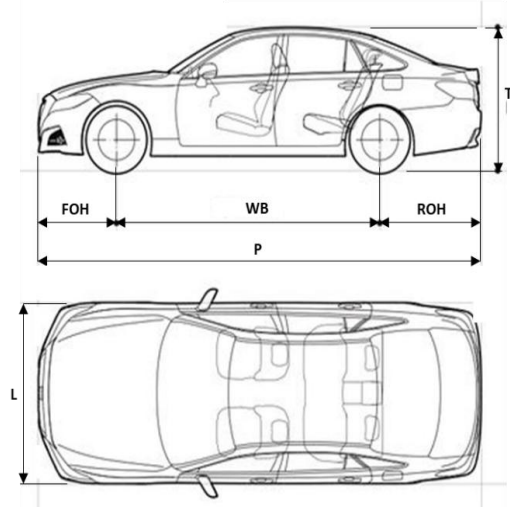
Prosedur Pengujian dan Analisis Data

Kendaraan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah kendaraan dengan 2 sumbu dan 3 sumbu *axle*. Hal ini disebabkan karena di UPUBKB yang diukur adalah kendaraan 2 sumbu dan 3 sumbu *axle* seperti mobil angkot, mobil *pickup* dan truk/ *dump truck*. Sehingga alat yang dibuat menyesuaikan dengan kebutuhan di lapangan.

Pengukuran dimensi dilaksanakan di tempat yang kering, datar, rata, halus dan diperkeras. Hal ini menjadikan salah satu syarat agar pengukuran dimensi mendapatkan hasil yang akurat. Pengukuran dilakukan pada cuaca yang cerah

Ukuran dimensi yang diukur adalah dimensi utama kendaraan yaitu Panjang (P), Lebar (L), Tinggi (T), Julur depan/ *Front*

Over Hang (FOH), Jarak sumbu/ *Wheel Base* (WB), dan Julur belakang/ *Rear Over Hang* (ROH) seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Dimensi Utama Kendaraan

Sebelum digunakan pada proses pengukuran dimensi maka dilakukan uji banding antara alat ukur dimensi yang dibuat dengan pita ukur yang terkalibrasi.



Gambar 8. Pita ukur terkalibrasi

Uji banding dengan pita ukur terkalibrasi dilakukan 3 kali pada setiap ukurannya. Hal ini untuk melihat konsistensi hasil dari alat tersebut. Hasil uji uji banding terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji banding pengukuran jarak antara alat ukur dimensi dan pita ukur terkalibrasi

Dari Tabel 3 tersebut kemudian diuji dengan uji t berpasangan (*paired t-test*) sehingga mendapatkan hasil seperti pada Tabel 4. Pengukuran dilakukan sampai panjang 12.000 mm karena di dalam Peraturan Pemerintah No 55 tahun 2012

Jarak (mm)	Uji coba Ke-	Pengukuran		
		Alat Ukur Dimensi (mm)	Pita ukur terkalibrasi (mm)	Selisih (mm)
1000	1	1001	1000	1
	2	1000	1000	0
	3	1001	1000	1
2000	1	1998	2000	-2
	2	1999	2000	-1
	3	1999	2000	-1
3000	1	3000	3000	0
	2	3000	3000	0
	3	3001	3000	1
4000	1	4001	4000	1
	2	4000	4000	0
	3	4001	4000	1
5000	1	4999	5000	-1
	2	4999	5000	-1
	3	4999	5000	-1
6000	1	5999	6000	-1
	2	5999	6000	-1
	3	5999	6000	-1
7000	1	7000	7000	0
	2	7000	7000	0
	3	7000	7000	0
8000	1	7999	8000	-1
	2	8000	8000	0
	3	8000	8000	0
9000	1	8997	9000	-3
	2	8998	9000	-2
	3	8998	9000	-2
10000	1	10001	10000	1
	2	10002	10000	2
	3	10001	10000	1
11000	1	10998	11000	-2
	2	10998	11000	-2
	3	10997	11000	-3
12000	1	12003	12000	3
	2	12002	12000	2
	3	12003	12000	3

tentang Kendaraan disebutkan bahwa panjang maksimal untuk kendaraan bermotor tunggal adalah 12.000 mm.

Tabel 4. Hasil uji t berpasangan antara alat ukur dimensi dan pita ukur terkalibrasi untuk pengukuran jarak

	Alat Ukur Dimensi	Pita ukur terkalibrasi
Mean	6499,778	6500,000
Variance	12257830,81	12257142,86
Observations	36	36
Pearson Correlation	1,000	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	35	
t Stat	-0,892	
P(T<=t) one-tail	0,189	
t Critical one-tail	1,690	
P(T<=t) two-tail	0,379	
t Critical two-tail	2,030	

Dari hasil Tabel 4, didapatkan bahwa nilai P untuk *two tail* adalah 0,379. Dengan tingkat kepercayaan 95% maka nilai $P > 0,05$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil pengukuran antara alat ukur dimensi dan pita ukur terkalibrasi tidak berbeda secara signifikan.

Untuk pelaksanaan uji banding pengukuran jarak dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Uji banding pengukuran jarak

Setelah alat ukur dimensi mendapatkan hasil pengukuran jarak yang relatif sama dengan pita ukur terkalibrasi maka selanjutnya dilakukan uji pengukuran dimensi pada kendaraan. Kendaraan yang digunakan adalah kendaraan dengan 2 sumbu maupun 3 sumbu / *axle*.

Prosedur pengujian dimensi pada kendaraan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Tempatkan kendaraan pada bidang yang datar, rata, halus dan diperkeras;
2. Persiapkan alat ukur dimensi berbasis mikrokontroler baik batang pemancar maupun pemantulnya;
3. Letakkan batang pemancar didepan kendaraan dan tempelkan pada bagian terdepan. Tempatkan di tengah-tengah kendaraan.
4. Letakkan batang pemantul di sumbu depan kendaraan, tepat di poros roda. Pastikan batang pemancar sejajar dengan laser pemandu kelurusan.
5. Nyalakan laser sensor jarak pada plat batang pemantul untuk mengukur FOH. Pastikan hasil tersimpan di alat.
6. Geser batang pemantul ke sumbu kedua kendaraan. Nyalakan laser sensor jarak untuk mengukur WB. Bila kendaraan mempunyai 3 sumbu

maka geser batang pemantul di poros sumbu ketiga untuk mengukur WB yang kedua.

7. Setelah itu tempatkan batang pemantul pada bagian paling belakang kendaraan. Pastikan pemantul sejajar dengan pemancar di bagian depan. Nyalakan sensor jarak dan didapat nilai panjang kendaraan sekaligus nilai ROH.
8. Untuk mengukur lebar kendaraan maka baik batang pemancar dan pemantul ditempatkan di bagian samping kendaraan tetapi pada sisi yang berseberangan. Nyalakan sensor jarak lalu simpan hasil.
9. Untuk mengukur tinggi kendaraan hanya menggunakan batang pemancar saja. Alat ukur dimensinya diarahkan ke atas. Batang pengukur teratas digunakan sebagai pemantul sehingga didapat nilai tinggi kendaraan seperti terlihat pada Gambar 10.
10. Setelah semua dimensi diukur, tinggal dilakukan *printout*.



Gambar 10. Pengukuran tinggi kendaraan

Hasil dan Pembahasan

Hasil dari pengembangan sistem alat ini konstruksinya dapat dilipat sehingga mudah dibawa dan dipindahkan ke tempat lain. Bahan aluminium menjadikan alat lebih ringan sehingga mudah dipindahkan. Konstruksi alat hasil pengembangan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Konstruksi alat mudah dilipat

Alat ukur ini selanjutnya akan dibandingkan dengan pita ukur yang sudah terkalibrasi. Proses ini dilakukan untuk memastikan bahwa alat ukur tersebut akurat. Pengukuran dilakukan dengan mengukur langsung dimensi kendaraan bermotor seperti pada Gambar 12.

Pada pengukuran dimensi ini digunakan 5 kendaraan uji, 3 kendaraan dengan 2 sumbu dan 2 kendaraan dengan 3 sumbu. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 12. Proses pengukuran dimensi kendaraan

Hasil perbandingan pengukuran tersebut diolah secara statistik dengan menggunakan uji t. Uji t (*Paired Sample t-test*) merupakan salah satu metode pengujian hipotesis dengan satu ciri adalah satu objek penelitian mendapat 2 perlakuan yang berbeda, meskipun menggunakan objek yang sama, peneliti mendapatkan dua jenis data yaitu data dari perlakuan pertama dan data dari perlakuan kedua [16].

Tabel 5. Hasil pengukuran dimensi kendaraan

Kendaraan	Dimensi	Hasil Pengukuran		Selisih (mm)
		Alat Ukur Dimensi (mm)	Pita Ukur Terkalibrasi (mm)	
Kendaraan A (2 sumbu)	Panjang	4547	4550	-3
	FOH	848	850	-2
	WB	2752	2750	2
	ROH	947	950	-3
	Lebar	1764	1763	1
	Tinggi	1735	1736	-1

Kendaraan B (2 sumbu)	Panjang	4167	4165	2
	FOH	817	815	2
	WB	2378	2375	3
	ROH	972	975	-3
	Lebar	1647	1647	0
	Tinggi	-	1382	-
Kendaraan C (2 sumbu)	Panjang	2978	2974	4
	FOH	508	508	0
	WB	2017	2014	3
	ROH	453	452	1
	Lebar	1500	1505	-5
	Tinggi	1620	1618	2
Kendaraan D (3 sumbu)	Panjang	8035	8030	5
	FOH	1145	1142	3
	WB 1	3370	3368	2
	WB 2	1397	1398	-1
	ROH	2123	2122	1
	Lebar	2499	2496	3
	Tinggi	2318	2318	0
Kendaraan E (3 sumbu)	Panjang	6805	6801	4
	FOH	1298	1295	3
	WB 1	3282	3280	2
	WB 2	1341	1343	-2
	ROH	884	883	1
	Lebar	2484	2480	4
	Tinggi	2914	2915	-1

Dari hasil pengukuran dimensi pada Tabel 5, selisih pengukuran terbesar adalah sebesar 5 mm dan terkecil adalah 0 mm. Nilai selisih pada dimensi Panjang bervariasi mulai dari 2 sampai 5 mm. Sedangkan nilai selisih untuk dimensi Lebar mulai 0 sampai 4 mm. Untuk pengukuran tinggi mempunyai selisih perbedaan maksimal 2 mm.

Khusus pada pengukuran Kendaraan B, alat ukur dimensi dengan mikrokontroler tidak dapat mendeteksi ketinggiannya karena terlalu pendek. Alat ini mempunyai keterbatasan hanya mampu mengukur ketinggian minimal 1480 mm. Sehingga hal ini menjadi salah satu kekurangan yang perlu dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

Tabel 6. Hasil statistik uji-t pada pengukuran dimensi kendaraan

	Alat Ukur Dimensi	Pita Ukur Terkalibrasi
Mean	2307,903	2307,032
Variance	2926582,224	2922931,166
Observations	31	31
Pearson Correlation	1,000	
Hypothesized Mean Difference df	0	30
t Stat	1,950	
P(T<=t) one-tail	0,030	

t Critical one-tail	1,697
P(T<=t) two-tail	0,061
t Critical two-tail	2,042

Hipotesis nol (H0) dan hipotesis alternatif (H1) digunakan dalam perhitungan ini. Hipotesis H0 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara dua variabel yang dibandingkan, sedangkan hipotesis H1 menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan. Dengan tingkat kepercayaan 95% dan nilai signifikansi (P) yang digunakan adalah 0,05.

Dari Tabel 6 diatas didapatkan nilai signifikansi (P) untuk *two tail* adalah 0,061. Karena nilai $P > 0,05$ maka dinyatakan tidak ada perbedaan signifikan antara hasil ukur dari alat ukur dimensi berbasis mikrokontroler ini dengan pita ukur terkalibrasi. Hal ini menunjukkan bahwa Hipotesis Nol (H0) diterima dan Hipotesis Alternatif (H1) ditolak [17].

Akurasi dari alat ukur dimensi ini lebih baik daripada prototipe sebelumnya. Hal ini karena adanya penambahan laser yang digunakan untuk memastikan kelurusan antara batang pemancar dan batang pemantulnya. Sehingga dapat mengurangi kesalahan dalam penentuan kelurusan pengukuran. Laser dipasang di batang pemantul dan ditembakkan ke arah batang pemancar seperti terlihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Laser yang memandu kelurusan batang pemancar

Alat ukur dimensi ini didesain untuk mengukur maksimal kendaraan dengan 3 sumbu. Sehingga untuk kendaraan yang lebih dari 3 sumbu seperti kendaraan tempelan dan gandengan belum bisa dilakukan pengukuran.

Dari pembahasan diatas maka didapatkan perbedaan antara prototipe alat ukur dimensi sebelumnya dengan alat ukur dimensi yang dikembangkan. Perbedaannya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbedaan prototipe sebelumnya dan alat ukur dimensi yang dikembangkan

No	Prototipe sebelumnya	Alat ukur dimensi yang dikembangkan
1.	Material dari besi <i>hollow</i> . Lebih berat.	Material dari Aluminium <i>hollow</i> . Lebih ringan.
2.	Konstruksi alat tidak bisa dilipat. Susah dibawa.	Alat bisa dilipat sehingga mudah dibawa kemana-mana (portabel).
3.	Pada batang pengukur tinggi dilengkapi pengunci tetapi harus tetap melihat <i>waterpass</i> yang terpasang di batang yang horisontal.	Pada batang pengukur tinggi dilengkapi pengunci agar lebih tegak lurus (90°) tanpa harus memastikan lagi dengan <i>waterpass</i> karena sudah dibuat lubang untuk penguncinya.
4.	Menggunakan <i>themat printer</i> yang besar.	Menggunakan <i>thermal printer</i> yang lebih kecil dan <i>compact</i> .
5.	Pada prototipe pertama tidak dilengkapi dengan laser sehingga kemungkinan tidak lurus sangat besar.	Penambahan laser untuk memastikan kelurusan batang pemancar ke pemantul. Menambah akurasi pengukuran.
6.	Ketinggian minimal yang bisa diukur adalah 1700 mm.	Ketinggian minimal yang bisa diukur adalah 1480 mm.

Kesimpulan

Pengembangan alat ukur dimensi ini mampu mengukur panjang kendaraan bermotor tunggal sampai dengan 12.000

mm. Saat uji banding dengan pengukuran dimensi langsung pada kendaraan, hasil secara statistik menunjukkan bahwa nilai signifikasinya sebesar 0,061. Karena nilainya lebih dari 0,05 maka bisa disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara pengukuran dengan pita ukur terkalibrasi dengan alat ukur dimensi.

Meskipun hasil pengukuran tidak berbeda tetapi untuk proses pengukuran dengan alat ini menjadi lebih mudah dan lebih cepat. Hasil bisa langsung *printout* sehingga mengurangi kesalahan dalam penulisan. Namun alat ini masih perlu pengembangan lebih lanjut agar dapat mengukur ketinggian kendaraan dibawah 1480 mm serta mengukur kendaraan yang memiliki lebih dari 3 sumbu.

Alat ukur dimensi berbasis mikrokontroler ini diharapkan dapat digunakan pada UPUBKB di daerah-daerah. Karena selain ringan dan portabel, alat ini juga bisa menyimpan data serta dapat dilakukan *printout*. Sehingga kevalidan data hasil uji dapat terjaga.

Referensi :

- [1] Ellianto, M.S.D. dan Nurcahyo, Y.E., 2020. Rancang bangun dan simulasi pembebanan statik pada sasis mobil hemat energi kategori prototype. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 4(2), 53-58.
- [2] Ferdila, M. dan Us, K.A., 2021. Analisis dampak transportasi ojek online terhadap pendapatan ojek konvensional di kota jambi. *IJIEB: Indonesian Journal of Islamic Economics and Business*, 6(2), 134-142.
- [3] Kusumo, H.H.B.P. dkk., 2024. Penegakan hukum terhadap praktik modifikasi kendaraan bermotor berdasarkan undang undang no 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan jalan raya. *Comprehensive Journal Law*, 2(2), 17-27.
- [4] Herman dkk., 2024. Analisis pertanggungjawaban pidana dalam modifikasi over dimension pada

- angkutan barang perusahaan pengangkutan. *Halu Oleo Legal Research*, 6(2), 488-503.
- [5] Asie, H. dkk., 2022. Advokasi kebijakan zero overloading angkutan barang di kabupaten lamandau. *PERSPEKTIF*, 11(3), 1050–1060.
- [6] Putra, D.M., 2022. Penegakan hukum terhadap kendaraan yang melebihi daya angkut dan dimensi sebagai upaya penanggulangan kecelakaan lalulintas dan kerusakan jalan. *Unes Journal of Swara Justisia*, 6(2), 112-119.
- [7] Maulidina, P. dan Kusuma, D., 2022. Ketidaktaatan pembayaran over dimension overloading driver kendaraan yang berimplikasi pada kerusakan jalan alternatif desa. *LITRA: Jurnal Hukum Lingkungan Tata Ruang dan Agraria*, 1(2), 138-152.
- [8] Novianto, A. dkk., 2022. Kajian penerapan pemeriksaan persyaratan teknis pada unit pelaksana uji berkala kendaraan bermotor sesuai buku pedoman pengujian kendaraan bermotor jilid II B Dan II D. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 9 (1), 11-20.
- [9] Pranoto, E. dkk., 2020. Komparasi efisiensi pengereman pengujian rem statis (static brake test) dan pengujian rem jalan (road brake test). *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 7(1), 19-25.
- [10] Armajaya, M.R.L, 2022. Analisis yuridis terhadap penerapan kebijakan zero over-dimension dan over loading (bebas ukuran lebih dan muatan lebih) di Indonesia. *Sibatik Journal*, 1(12), 2719-2738.
- [11] Al Fath, F.R., 2023. Legalitas modifikasi kendaraan bermotor terhadap perubahan rangka yang diatur pada uu no.22 tahun 2009 tentang lalulintas dan angkutan jalan. *Das Sollen: Jurnal Kajian Kontemporer Hukum dan Masyarakat*, 2(2), 1-11.
- [12] Pratama, J.A. dan Susanti, A., 2023. Analisis penanganan permasalahan overdimension overloading di ruas jalan Mojokerto – Surabaya. *Mitrans*, 1(2), 203-212.
- [13] Sasue, R.R.O. et al., 2022. Design and development of arduino mega-based vehicle dimension measurement tool. *Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik*, 3(2), 135-142.
- [14] Novianto, A. dkk., 2024. Prototipe alat bantu ukur dimensi kendaraan bermotor berbasis mikrokontroler. *Dinamika Teknik Mesin*, 14(1), 36-44.
- [15] Muliadi dkk., 2020. Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan esp32. *Jurnal MEDIA ELEKTRIK*, 17(2), 73-79.
- [16] Montolalu, C.E.J.C. dan Langi, Y.A.R., 2018. Pengaruh pelatihan dasar komputer dan teknologi informasi bagi guru-guru dengan uji-t berpasangan (paired sample t-test). *Jurnal Matematika dan Aplikasi deCartesiaN*, 7(1), 44-46.
- [17] Pratikno, A.S. dkk., 2020. Strategi dalam pengujian hipotesis rata-rata dua variabel. *OSF Preprints*, 03, 1-10.