

PROTOTIPE ALAT PENGENDALIAN OVER DIMENSION OVER LOADING DENGAN “SABRANG” SISTEM ALAT ANGKUTAN BARANG BERBASIS ARDUINO MEGA

MUHAMMAD MAS’UD S.
Taruna Program Studi Sarjana
Terapan Transportasi Darat
Politeknik Transportasi Darat
Indonesia – STTD
Jalan Raya Setu KM 3,5,
Cibitung, Bekasi Jawa Barat
17520

SUMANTRI WIDYA PRAJA
Dosen Program Studi Sarjana
Terapan Transportasi Darat
Politeknik Transportasi Darat
Indonesia – STTD
Jalan Raya Setu KM 3,5,
Cibitung, Bekasi Jawa Barat
17520

RICKO YUDHANTA
Dosen Program Studi Sarjana
Terapan Transportasi Darat
Politeknik Transportasi Darat
Indonesia – STTD
Jalan Raya Setu KM 3,5,
Cibitung, Bekasi Jawa Barat
17520

ABSTRACT

The problem of Over Dimension Over Loading (ODOL) in Indonesia has not been resolved and can cause traffic accidents, disruption of traffic smoothness, acceleration of road damage rates, and can be fatal to bridge elements until collapse occurs. Klaten Regency, which is located on the slopes of Mount Merapi, along the Woro River, Kemalang District, has the potential for group C excavated materials in the form of sand and stone. From data obtained from the Klaten Regency Transportation Office, the percentage of Over Dimension Over Loading (ODOL) violations reached 72% and vehicles that did not violate 28%. Alternative solutions are needed for the control and supervision of Over Dimension Over Loading (ODOL) freight transportation as a whole in mining activities of group C excavated materials in the form of sand and stone in Klaten Regency. One of the efforts to control and supervise freight transportation is with the "Sabrang" Tool Prototype of the Arduino Mega-based Freight Transport Equipment System. Scaffolding The prototype of this tool aims to measure dimensions and weight on objects automatically with a microcontroller. The data analysis technique used in this study uses the Normality Test and Paired T Test by comparing the average measurement results by sensors on objects that have been adjusted to scale. Based on decision-making guidelines, validation of measurement results at room temperature and ambient temperature is different. Measurements at room temperature get the majority result H_0 is accepted. This means that there is no significant difference in measurements when the prototype tool is used. While measurements at ambient temperature get the majority of H_0 results are rejected. This means that there is a significant difference in measurements when the prototype tool is used.

Keywords: *Over Dimension Over Loading, Prototype, Microcontroller, Arduino, Normality Test, Paired T Test*

ABSTRAK

Over Dimension Over Loading (ODOL) di Indonesia belum dapat diselesaikan dan dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas, gangguan kelancaran lalu lintas, percepatan laju kerusakan jalan, dan dapat berakibat fatal pada elemen jembatan sampai terjadi keruntuhan. Kabupaten Klaten yang terletak di lereng Gunung Merapi di sepanjang Sungai Woro Kecamatan Kemalang memiliki potensi bahan galian golongan C berupa pasir dan batu. Dari data yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Kabupaten Klaten, persentase pelanggaran Over Dimension Over Loading (ODOL) mencapai 72% dan kendaraan yang tidak melanggar 28%. Diperlukan solusi alternatif untuk pengendalian dan pengawasan terhadap angkutan barang Over Dimension Over Loading (ODOL) secara menyeluruh pada aktivitas pertambangan bahan galian golongan C berupa pasir dan batu di

Kabupaten Klaten. Salah satu upaya pengendalian dan pengawasan angkutan barang adalah dengan Prototipe Alat “Sabrang” Sistem Alat Angkutan Barang berbasis Arduino Mega. Perancangan Prototipe alat ini bertujuan untuk mengukur dimensi dan berat pada objek secara otomatis dengan mikrokontroler. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Uji Normalitas dan Uji T Berpasangan dengan membandingkan rata-rata hasil pengukuran oleh sensor pada objek yang sudah disesuaikan dengan skala. Berdasarkan pedoman pengambilan keputusan, validasi hasil pengukuran pada suhu ruangan dan suhu lingkungan terdapat perbedaan. Pengukuran pada suhu ruangan mendapatkan hasil mayoritas H0 diterima. Artinya tidak terdapat perbedaan pengukuran yang berarti pada saat prototipe alat digunakan. Sedangkan pengukuran pada suhu lingkungan mendapatkan hasil mayoritas H0 ditolak. Artinya terdapat perbedaan pengukuran yang berarti pada saat prototipe alat digunakan km/jam, V/C Ratio 0,73 smp/jam menjadi 0,69 smp/jam.

Kata Kunci: Over Dimension Over Loading, Prototipe, Mikrokontroler, Arduino, Uji Normalitas, Uji T Berpasangan

PENDAHULUAN

Permasalahan Over Dimension Over Loading (ODOL) di Indonesia masih belum dapat diselesaikan hingga saat ini. Kendaraan ODOL dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas, gangguan kelancaran lalu lintas, percepatan laju kerusakan jalan, dan dapat berakibat fatal pada elemen jembatan sampai terjadi keruntuhan. Kerugian tidak hanya dialami oleh penyelenggara jalan tetapi juga masyarakat, pemilik kendaraan, dan pelaku usaha (Arya Bagus Kevin Rajendra 2022).

Kabupaten Klaten yang terletak di lereng Gunung Merapi dan di sepanjang Sungai Woro Kecamatan Kemalang memiliki potensi bahan galian golongan C berupa pasir dan batu. Bahan tersebut digunakan untuk kebutuhan bahan baku material bangunan, serta bahan pengecoran yang mempunyai ketahanan cukup baik (Kharis Pratama, Widorisnomo 2021). Pelanggaran Over Dimension Over Loading (ODOL) yang ada harus dikendalikan dan diawasi agar angka tersebut dapat ditekan. Salah satu caranya dengan membangun sistem yang baik dengan memanfaatkan teknologi dalam aktivitas pertambangan pasir dan batu. Selain itu, diperlukan sinergitas antara pengguna jalan, penyelenggara lalu lintas dan angkutan jalan, serta pelaku usaha sehingga upaya tersebut dapat berjalan dengan baik sesuai dengan peraturan yang berlaku. Berikut merupakan data pelanggaran beserta persentasennya:

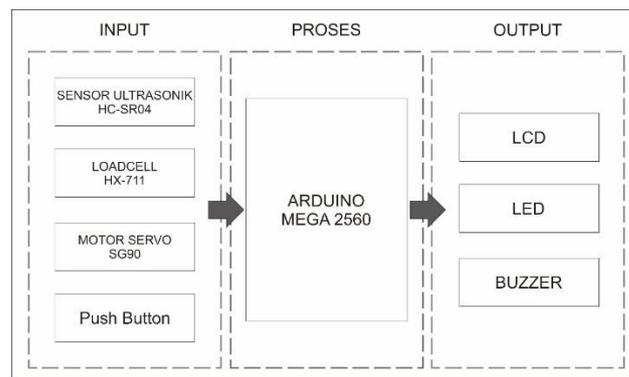
Tabel 1 Data Pelanggaran ODOL Angkutan Galian Golongan C

REKAPITULASI DAN PRESENTASE AKHIR PELANGGARAN ODOL TRUK SUMBU 2		
	Diperiksa	47734
TRUK SUMBU 2	Melanggar	34096
	Tidak Melanggar	13551
*Periode 15 Februari 2023 - 15 Maret 2023		

Sumber: Dinas Perhubungan Kabupaten Klaten, 2023

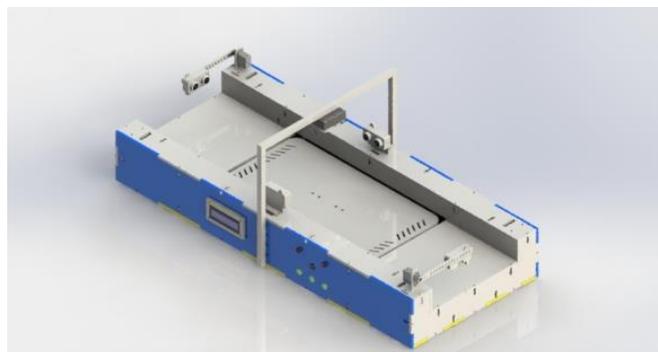
Prototipe alat “Sabrang” Sistem Alat Angkutan Barang merupakan sebuah alat yang dapat mencatat atau merekam data dimensi dan berat kendaraan yang terintegrasi dengan sensor beserta display secara real time. Aplikasi pengukuran dimensi dan berat kendaraan

sering dijumpai di jembatan timbang. Di Kabupaten Klaten sendiri belum memiliki fasilitas pengukuran dimensi dan berat kendaraan yang sudah diintegrasikan dengan teknologi untuk memudahkan fungsi pengendalian dan pengawasan. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan rancang bangun prototipe alat “Sabrang” Sistem Alat Angkutan Barang untuk pengendalian Over Dimension Over Loading (ODOL) dengan output dimensi dan berat kendaraan. Adapun objek yang digunakan adalah miniatur truk Mitsubishi Canter dengan skala 1:14. Beberapa perangkat yang digunakan adalah mikrokontroler Arduino Mega 2560, sensor Ultrasonik HC SR-04, sensor Load Cell HX711, Motor Servo SG90, Push Button, LCD 16X2 I2C, Buzzer, LED, dan komponen pendukung lainnya. Berikut merupakan susunan Input, Proses, dan Output:



Gambar 1 Input Proses Output Komponen Prototipe Alat

Prototipe alat “Sabrang” Sistem Alat Angkutan Barang selanjutnya diuji pada objek pada miniatur truk Mitsubishi Canter dengan skala 1:14. Apabila prototipe alat diaktifkan, data hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada LCD beserta keterangannya. Rangkaian elektronika pada prototipe ini mengacu pada metode Master-Slave. Master yang bertugas untuk alokasi pengiriman yang dilakukan oleh slave. Slave bertindak secara pasif, yaitu menunggu untuk permintaan data dari master (Yoshua, Primananda, and Budi 2020). Ini sering digunakan dalam ruang perangkat keras elektronik di mana satu perangkat bertindak sebagai pengontrol, sedangkan perangkat lain yang dikendalikan. Dalam penerapannya, yang bertindak sebagai master adalah mikrokontroler Arduino Mega 2456 dan yang bertindak sebagai slave adalah sensor-sensor input. Berikut adalah 3D konsep prototipe alat “Sabrang” Sistem Alat Angkutan Barang Berbasis Arduino Mega:



Gambar 2 3D Konsep Prototipe Alat

KAJIAN PUSTAKA

Transportasi

Transportasi adalah perpindahan orang atau barang dari satu tempat ke tempat lain. Terdapat dua komponen utama transportasi yaitu, perpindahan barang atau penumpang dan perpindahan fisik ke lokasi lain, dengan atau tanpa alat transportasi (Hadihardja 1997).

Pengujian Kendaraan Bermotor

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 tentang Kendaraan, yang dimaksud dengan 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. Dalam pasal 121 ayat 1 dijelaskan Kendaraan Bermotor, Kereta Gandengan, dan Kereta Tempelan yang akan dioperasikan di jalan wajib dilakukan pengujian.

Pengukuran Dimensi

Ambang batas pengukuran dimensi kendaraan diatur dalam Pasal 54 Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 tentang Kendaraan. Sedangkan untuk toleransi pada setiap indikator pengukuran dimensi diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 33 Tahun 2018 tentang Pengujian Tipe Kendaraan Bermotor (Menteri Perhubungan Republik Indonesia 2018).

Tabel 2 Ambang Batas Dimensi Kendaraan Bermotor

No	Indikator	Dasar	Keterangan
1	Panjang		
	a. Panjang Maksimal Kendaraan Bermotor dengan KT dan KG	PP No 55 Tahun 2012 Pasal 54	18000 mm
	b. Panjang Maksimal Kendaraan Bermotor Tunggal		12000 mm
	c. Panjang Maksimal Bus Maxi		13500 mm
	d. Toleransi	PM No 33 Tahun 2018	$(0.005 \times P + 30) \text{ mm} = \pm 64.95 \text{ mm}$
2	Lebar		
	a. Lebar Maksimal Kendaraan Bermotor	PP No 55 Tahun 2012 Pasal 54	2500 mm
	d. Toleransi	PM No 33 Tahun 2018	$(0.005 \times L + 20) \text{ mm} = \pm 30.4 \text{ mm}$
3	Tinggi		
	a. Tinggi Maksimal Kendaraan Bermotor	PP No 55 Tahun 2012 Pasal 54	4200 mm dan 1.7 x Lebar
4	Jarak Bebas		
	a. Jarak Bebas (Ground Clearance)	PP No 55 Tahun 2012 Pasal 54	Jarak bebas antara bagian permanen paling bawah Kendaraan Bermotor terhadap permukaan bidang jalan tidak bersentuhan dengan permukaan bidang jalan.
	b. Toleransi	PM No 33 Tahun 2018	$\pm 20 \text{ mm}$
5	Sudut Pergi Kendaraan		
	a. Sudut Pergi Kendaraan	PP No 55 Tahun 2012 Pasal 54	8° Diukur dari atas permukaan bidang yang datar
6	Jalur Depan		
	a. Jalur Depan (FOH)	PP No 55 Tahun 2012 Pasal 54	47.5 % x Jarak Sumbu
7	Jalur Belakang		
	a. Jalur Belakang (ROH)	PP No 55 Tahun 2012 Pasal 54	62.5 % x Jarak Sumbu

Sumber: Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 & PM Nomor 33 Tahun 2018

Pengukuran Berat

Jumlah Berat Yang Diperbolehkan yang selanjutnya disebut JBB adalah berat maksimum Kendaraan Bermotor berikut muatannya yang diperbolehkan menurut rancangannya. Jumlah Berat Yang Diizinkan yang selanjutnya disebut JBI adalah berat maksimum Kendaraan Bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui (Presiden Republik Indonesia 2012).

Tabel 3 Klasifikasi Kelas Jalan Berdasarkan Dimensi dan Muatan Kendaraan

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan Maksimum			Muatan Sumbu Terberat (ton)
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	
Khusus	Arteri	18	2,5	4,2	>10
I	Arteri	18	2,5	4,2	10
	Kolektor	18	2,5	4,2	10
II	Arteri	12	2,5	4,2	8
	Kolektor	12	2,5	4,2	8
	Lokal	12	2,5	4,2	8
	Lingkungan	12	2,5	4,2	8
III	Arteri	9	2,1	3,5	8
	Kolektor	9	2,1	3,5	8
	Lokal	9	2,1	3,5	8
	Lingkungan	9	2,1	3,5	8

Sumber: Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

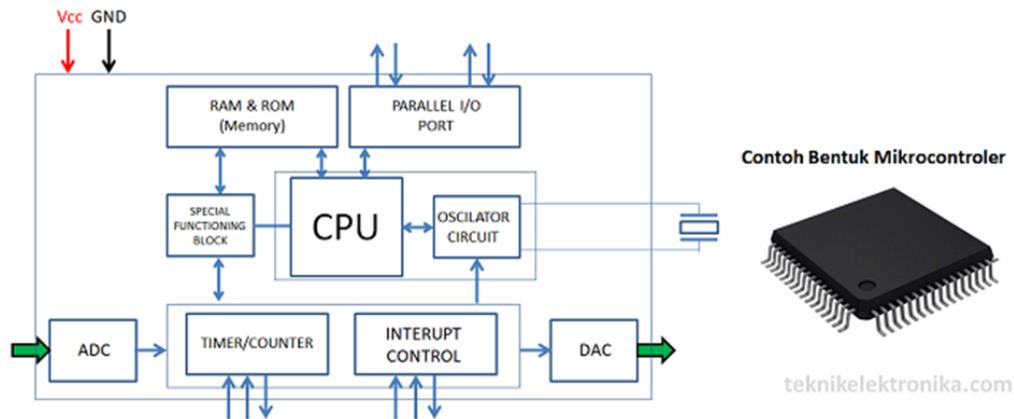
Prototipe

Prototipe adalah suatu bentuk fisik pertama yang mewakili dari objek sebenarnya untuk digunakan sebagai media pembelajaran peserta didik dalam menerapkan pengetahuan atau konsep yang diperolehnya pada benda nyata. Prototyping disebut juga desain aplikasi cepat (rapid application design atau RAD) karena menyederhanakan dan mempercepat desain sistem (Handayani Suzantry Yanolanda and Kurniawan Adhadi 2020).

Mikrokontroler

Menurut (Kho 2022b), mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip IC (Integrated Circuit) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Pada dasarnya, sebuah IC Mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti Prosesor (CPU), Memori (RAM dan ROM) serta perangkat INPUT dan OUTPUT yang dapat diprogram. Dalam pengaplikasiannya, Pengendali Mikro yang dalam bahasa Inggris disebut dengan Microcontroller ini digunakan dalam produk ataupun perangkat yang dikendalikan secara otomatis seperti sistem kontrol mesin mobil, perangkat medis, pengendali jarak jauh, mesin, peralatan listrik, mainan dan perangkat-perangkat yang menggunakan sistem tertanam lainnya.

Berikut ini adalah Diagram Blok dan Struktur Mikrokontroler beserta penjelasan singkat tentang bagian-bagian utamanya:



Sumber: <https://teknikelektronika.com/>

Gambar 3 Diagram Blok Struktur Mikrokontroler

Arduino

Menurut (Setiawan 2022), Arduino sendiri merupakan perangkat yang bersifat open source dan sering digunakan untuk merancang serta membuat perangkat elektronik. Ditambah lagi software-nya yang mudah digunakan dan membantu pekerjaan pengguna. Ia memiliki beberapa kegunaan, salah satunya adalah untuk mengembangkan perangkat yang dapat bekerja secara otomatis. Arduino juga memiliki tiga komponen penting pada setiap board-nya, ketiga komponen tersebut adalah pin, mikrokontroler, dan konektor.

Sensor Ultrasonik HC-SR04

Menurut (Sakti 2015), Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik

Load Cell HX-711

Menurut (Sam et al. 2020), Load cell merupakan transduser yang mengubah gaya atau tekanan menjadi keluaran listrik. Besarnya output listrik ini berbanding lurus dengan gaya yang diterapkan. Load cell memiliki strain gauge, yang berubah bentuk ketika tekanan diberikan padanya. Kemudian strain gauge menghasilkan sinyal listrik pada deformasi karena perubahan resistansi efektif pada deformasi.

Motor Servo

Menurut (Prastyo 2023b), Motor servo merupakan perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol feedback loop tertutup (close loop), sehingga dapat memastikan dan menentukan posisi sudut dari poros output motor.

Modul LCD (Liquid Crystal Display) 16X2 dengan I2C

Menurut (Sam et al. 2020), LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD (Liquid Crystal Display) bisa menampilkan suatu gambar/karakter dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun Kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. LCD 16x2 dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dan tiap baris dapat menampilkan 16 karakter.

Kabel Jumper

Menurut (Prastyo 2023a), Kabel jumper merupakan kabel elektrik yang mempunyai pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkan untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Intinya, kegunaan kabel jumper ini digunakan sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik.

Push Button

Push Button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat atau saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci) (Riski 2019).

LED

Menurut (Kho 2022a), Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada remote control TV ataupun remote control perangkat elektronik lainnya.

Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm) (Mardiati, Ashadi, and Sugihara 2016).

TEKNIK ANALISIS DATA

Teknik analisis data pada Prototipe Alat Pengendalian Over Dimension Over Loading (ODOL) dengan “Sabrang” Sistem Alat Angkutan Barang berbasis Arduino Mega menggunakan analisis Uji T-Berpasangan (Paired T-Test). Analisis data tersebut membandingkan data hasil pembacaan sensor dari objek yang sudah disesuaikan dengan skala.

Penentuan Sampel

Menurut (Louis Cohen, Lawrence Manion 2007) semakin besar sampel dari besarnya populasi yang ada adalah semakin baik, akan tetapi ada jumlah batas minimal yang harus diambil oleh peneliti yaitu sebanyak 30 sampel. Selaras dengan itu, menurut (Fred N. Kerlinger 2000), menyarankan sebanyak 30 sampel sebagai jumlah minimal sampel dalam penelitian kuantitatif.

Uji Normalitas

Menurut (Santoso 2014), salah satu cara untuk mendeteksi kenormalan sebuah data dapat dilakukan dengan teknik Shapiro Wilk. Uji Shapiro Wilk umumnya dipakai untuk sampel yang jumlahnya kurang dari 50 data. Sementara untuk jumlah sampel yang lebih dari 50 data menggunakan teknik Kolmogorov Smirnov. Pelaksanaan uji normalitas menggunakan aplikasi Minitab Statistical Software. Menurut (Santoso 2014), data dikatakan berdistribusi normal (simetris) dalam uji Shapiro Wilk jika nilai Sig. atau P-Value lebih besar 0,05.

Paired Sample T-Test

Menurut (Sugiyono 2015), paired sample t-test merupakan salah satu metode pengujian yang digunakan untuk mengkaji keefektifan perlakuan, ditandai adanya perbedaan rata-rata sesudah diberikan perlakuan. Menurut (Santoso 2014), uji Paired Sample T-Test merupakan bagian dari analisis parametrik. Oleh karena itu, persyaratan utamanya antara lain:

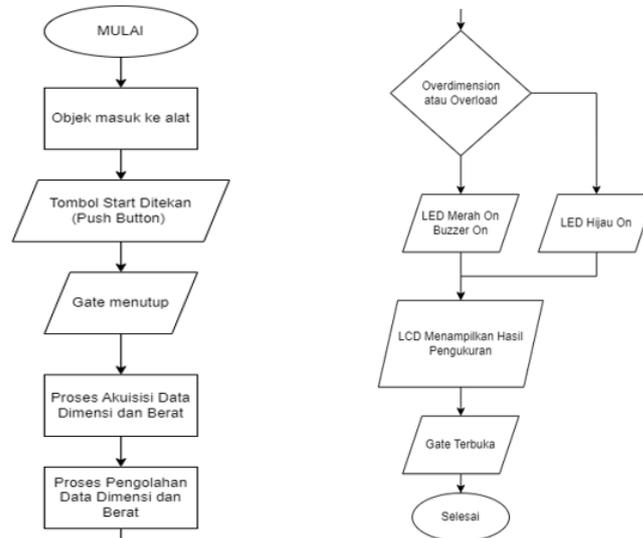
- a. Data yang digunakan dalam uji Paired Sample T-Test umumnya berupa data berskala interval atau rasio (data kuantitatif).
- b. Uji Paired Sample T-Test bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata dua sampel yang saling berpasangan atau berhubungan.
- c. Data penelitian harus berdistribusi normal, diperlukan uji normalitas.

Pelaksanaan uji Paired Sample T-Test menggunakan aplikasi Minitab Statistical Software. Menurut (Santoso 2014), pedoman pengambilan keputusan dalam uji Paired Sample T-Test berdasarkan pada nilai signifikansi (Sig.) atau P-Value hasil output Minitab adalah sebagai berikut:

- a. Jika nilai Sig. (2-tailed) atau P-Value $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.
- b. Sebaliknya, jika nilai Sig. (2-tailed) atau P-Value $> 0,05$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Cara Kerja Prototipe Alat

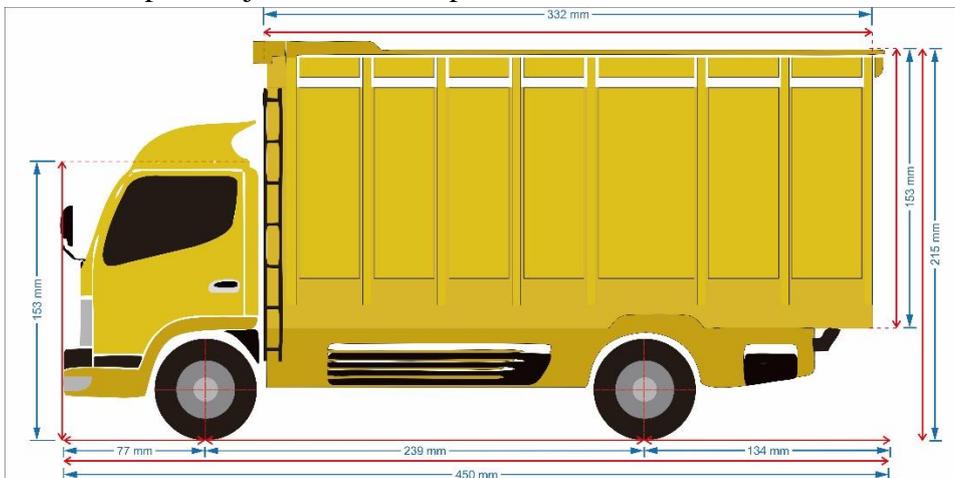
Cara kerja prototipe alat dibagi menjadi beberapa bagian secara berurutan sesuai cara kerja masing-masing komponen untuk memperoleh hasil yang akurat dan maksimal. Berikut merupakan urutan cara kerja komponen prototipe alat:



Gambar 6 Cara Kerja Prototipe Alat

Desain Objek Normal Skala 1:14

Objek yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan skala ukuran 1:14. Berikut merupakan Desain pada objek normal berupa miniatur truk Mitsubishi Canter FE 74:



Gambar 7 Desain Objek Normal Skala 1:14

Desain Objek ODOL Skala 1:14

Objek yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan skala ukuran 1:14. Berikut merupakan Desain pada objek over dimension berupa miniatur truk Mitsubishi Canter FE 74:



Gambar 8 Desain Objek Normal Skala 1:14

Penentuan Ambang Batas Pengukuran Prototipe Alat

Ambang batas dalam pengukuran Prototipe Alat disesuaikan dengan Skala 1:14. Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mitsubishi Canter FE 74 skala ukuran 1:14. Berikut merupakan tabel ambang batas pengukuran prototipe alat:

Tabel 4 Ambang Batas Berat Prototipe Alat

Ambang Batas Berat Prototipe Alat					
Mitsubishi Canter FE 74					
Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Volume (m3)	JBI Max (kg)	JBB (Kg)
4,65	2	2,15	19,995	8250	8250
Miniatur Truk Skala 1:14					
Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Volume (m3)	Batas Berat (Kg)	Batas Berat Max (Kg)
0,332	0,142	0,153	0,007	2,976	2,976

Tabel 5 Ambang Batas Dimensi Prototipe Alat

Ambang Batas Dimensi Prototipe Alat		
*Kelas Jalan Truk yang melalui Posko Pemantauan = Jalan Lokal (Kelas Jalan III)		
Dimensi Kendaraan Maksimum		
Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
9	2,1	3,5
Dimensi Prototipe Alat		
Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
0,64	0,15	0,25

Hasil Analisa Hipotesis Pengukuran Suhu Ruangan

Berikut merupakan rekapitulasi hasil Analisa Hipotesis pengukuran dimensi dan berat pada objek 1 (Kondisi Normal) dan objek 2 (Kondisi ODOL) pada suhu ruangan:

Tabel 6 Hasil Analisa Hipotesis Pengukuran Suhu Ruangan

Suhu 27° (Dalam Ruangan)									
No	Pengukuran	Keterangan	T-Hitung		T-Tabel	P-Value		α	Hasil
1	Panjang	Objek 1 (Normal)	1,98	<	2,045	0,057	>	0,05	H0 Diterima
		Objek 2 (ODOL)	-0,72	>	-2,045	0,475	>	0,05	H0 Diterima
2	Lebar	Objek 1 (Normal)	1,84	<	2,045	0,077	>	0,05	H0 Diterima
		Objek 2 (ODOL)	1,16	<	2,045	0,257	>	0,05	H0 Diterima
3	Tinggi	Objek 1 (Normal)	-1,3	>	-2,045	0,204	>	0,05	H0 Diterima
		Objek 2 (ODOL)	-1,67	>	-2,045	0,106	>	0,05	H0 Diterima
4	Berat	Objek 1 (Normal)	-1,87	>	-2,045	0,071	>	0,05	H0 Diterima
		Objek 2 (ODOL)	-1,12	>	-2,045	0,271	>	0,05	H0 Diterima

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan hasil mayoritas H0 diterima. Artinya tidak terdapat perbedaan pengukuran yang berarti pada saat prototipe alat digunakan pada pengukuran suhu dalam ruangan.

Hasil Analisa Hipotesis Pengukuran Suhu Lingkungan

Berikut rekapitulasi hasil Analisa Hipotesis pengukuran dimensi dan berat pada objek 1 (Kondisi Normal) dan objek 2 (Kondisi ODOL) pada suhu lingkungan:

Tabel 7 Hasil Analisa Hipotesis Pengukuran Suhu Lingkungan

Suhu 33° (Lingkungan)									
No	Pengukuran	Keterangan	T-Hitung		T-Tabel	P-Value		α	Hasil
1	Panjang	Objek 1 (Normal)	-6,36	<	-2,045	0,000	<	0,05	H0 Ditolak
		Objek 2 (ODOL)	-2,55	<	-2,045	0,016	<	0,05	H0 Ditolak
2	Lebar	Objek 1 (Normal)	-5,64	<	-2,045	0,000	<	0,05	H0 Ditolak
		Objek 2 (ODOL)	-2,10	<	-2,045	0,045	<	0,05	H0 Ditolak
3	Tinggi	Objek 1 (Normal)	-0,66	>	-2,045	0,517	>	0,05	H0 Diterima
		Objek 2 (ODOL)	-5,49	<	-2,045	0,000	<	0,05	H0 Ditolak
4	Berat	Objek 1 (Normal)	1,98	<	2,045	0,057	>	0,05	H0 Diterima
		Objek 2 (ODOL)	-1,68	>	-2,045	0,105	>	0,05	H0 Diterima

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan hasil mayoritas H0 ditolak. Artinya pada pengukuran suhu lingkungan terdapat perbedaan pengukuran yang berarti pada saat prototipe alat digunakan

Kelebihan Prototipe Alat

Berdasarkan hasil penelitian Prototipe Alat Pengendalian Over Dimension Over Loading (ODOL) dengan “Sabrang” Sistem Alat Angkutan Barang berbasis Arduino Mega memiliki kelebihan antara lain sebagai berikut:

- Prototipe alat dapat dioperasikan dengan mudah dan memberikan gambaran dengan baik bagaimana proses pengukuran dimensi dan berat pada objek.
- Proses pengukuran dimensi dan berat dapat dilakukan secara cepat dan otomatis dengan sensor yang sudah disesuaikan posisinya.

- c. Output data pengukuran dapat ditampilkan pada LCD dan Serial Monitor.

Kekurangan Prototipe Alat

Berdasarkan hasil penelitian Prototipe Alat Pengendalian Over Dimension Over Loading (ODOL) dengan “Sabrang” Sistem Alat Angkutan Barang berbasis Arduino Mega memiliki kekurangan antara lain sebagai berikut:

- a. Sensor yang digunakan pada pengukuran dimensi adalah ultrasonik HC-SR04, apabila digunakan pada suhu lingkungan atau luar ruangan sensor ini tidak bekerja secara optimal. Proses pengukuran akan memperoleh hasil yang lebih akurat ketika dioperasikan di dalam ruangan atau gedung pengujian.
- b. Sensor yang digunakan pada pengukuran berat adalah HX-711, sensor ini bekerja secara optimal apabila posisi objek seimbang atau berada di tengah. Hal ini dikarenakan penempatan titik sensor HX-711 yang berada di tengah, sehingga posisi objek berpengaruh pada hasil pengukuran berat.
- c. Penggunaan prototipe alat pada suhu lingkungan atau di luar ruangan memperoleh hasil pengukuran dengan perbedaan yang berarti. Hal ini dikarenakan pengukuran sensor ultrasonik dipengaruhi oleh intensitas cahaya pada luar ruangan.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Prototipe Alat Pengendalian Over Dimension Over Loading (ODOL) dengan “Sabrang” Sistem Alat Angkutan Barang berbasis Arduino Mega, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Perancangan prototipe alat berjalan sesuai dengan konsep dan waktu yang telah direncanakan. Dengan skala objek beserta ambang batas yang telah disesuaikan, hasil pengukuran prototipe alat telah divalidasi pada suhu ruangan dan suhu lingkungan.
- b. Hasil validasi prototipe alat pada pengukuran suhu ruangan yang berdasar pada pedoman pengambilan keputusan Paired Sample T-Test mayoritas H0 diterima, artinya tidak terdapat perbedaan pengukuran yang signifikan atau berarti.

Tabel 8 Rekapitulasi Hasil Analisa Hipotesis Pengukuran Suhu Ruangan

Suhu 27° (Dalam Ruangan)									
No	Pengukuran	Keterangan	T-Hitung		T-Tabel	P-Value		α	Hasil
1	Panjang	Objek 1 (Normal)	1,98	<	2,045	0,057	>	0,05	H0 Diterima
		Objek 2 (ODOL)	-0,72	>	-2,045	0,475	>	0,05	H0 Diterima
2	Lebar	Objek 1 (Normal)	1,84	<	2,045	0,077	>	0,05	H0 Diterima
		Objek 2 (ODOL)	1,16	<	2,045	0,257	>	0,05	H0 Diterima
3	Tinggi	Objek 1 (Normal)	-1,3	>	-2,045	0,204	>	0,05	H0 Diterima
		Objek 2 (ODOL)	-1,67	>	-2,045	0,106	>	0,05	H0 Diterima
4	Berat	Objek 1 (Normal)	-1,87	>	-2,045	0,071	>	0,05	H0 Diterima
		Objek 2 (ODOL)	-1,12	>	-2,045	0,271	>	0,05	H0 Diterima

- c. Sedangkan hasil validasi prototipe alat pada pengukuran suhu lingkungan yang berdasar pada pedoman pengambilan keputusan Paired Sample T-Test mayoritas H0 ditolak, artinya terdapat perbedaan pengukuran yang signifikan atau berarti.

Tabel 9 Rekapitulasi Hasil Analisa Hipotesis Pengukuran Suhu Lingkungan

Suhu 33° (Lingkungan)									
No	Pengukuran	Keterangan	T-Hitung		T-Tabel	P-Value	α	Hasil	
1	Panjang	Objek 1 (Normal)	-6,36	<	-2,045	0,000	<	0,05	H0 Ditolak
		Objek 2 (ODOL)	-2,55	<	-2,045	0,016	<	0,05	H0 Ditolak
2	Lebar	Objek 1 (Normal)	-5,64	<	-2,045	0,000	<	0,05	H0 Ditolak
		Objek 2 (ODOL)	-2,10	<	-2,045	0,045	<	0,05	H0 Ditolak
3	Tinggi	Objek 1 (Normal)	-0,66	>	-2,045	0,517	>	0,05	H0 Diterima
		Objek 2 (ODOL)	-5,49	<	-2,045	0,000	<	0,05	H0 Ditolak
4	Berat	Objek 1 (Normal)	1,98	<	2,045	0,057	>	0,05	H0 Diterima
		Objek 2 (ODOL)	-1,68	>	-2,045	0,105	>	0,05	H0 Diterima

Saran

Berdasarkan hasil penelitian Prototipe Alat Pengendalian Over Dimension Over Loading (ODOL) dengan “Sabrang” Sistem Alat Angkutan Barang berbasis Arduino Mega masih memiliki kekurangan, untuk memperbaiki kekurangan tersebut diperlukan saran sebagai berikut:

- Proses pengukuran akan memperoleh hasil yang lebih akurat ketika dioperasikan di dalam ruangan atau gedung pengujian agar intensitas cahaya atau suhu stabil sehingga tidak mempengaruhi hasil pengukuran.
- Apabila direalisasikan pada kendaraan secara langsung sensor jarak yang digunakan harus memiliki akurasi tinggi dan dapat stabil pada saat pembacaannya.
- Titik penempatan sensor berat yang digunakan tidak hanya di tengah, tetapi dapat diletakkan di setiap sudut area timbangan agar pembacaan pengukuran tidak dipengaruhi oleh posisi objek.
- Prototipe alat ini merupakan pengembangan dari proses pengukuran dimensi dan berat pada kendaraan secara otomatis menggunakan sensor. Untuk kedepannya, diharapkan pengukuran dimensi dan berat kendaraan tidak secara manual serta hasilnya dapat terintegrasi dengan database agar dapat dipantau secara real time.
- Pembuatan Prototipe Alat Pengendalian Over Dimension Over Loading (ODOL) dengan “Sabrang” Sistem Alat Angkutan Barang berbasis Arduino Mega diharapkan menjadi motivasi untuk Taruna/i Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD sebagai realisasi materi dan model pembelajaran sehingga dapat meningkatkan kreatifitas dan inovasi yang bermanfaat bagi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arya Bagus Kevin Rajendra, Herry Vaza. 2022. “Isu Over Dimension Over Loading (Odol) Angkutan Logistik Dan Konsep Solusi Strategis.” Direktorat Jenderal Bina MargaKementerian PUPR d.
- Fred N. Kerlinger, Howard B. Lee. 2000. Foundations of Behavioral Research. Australia: Wadsworth. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=324225>.
- Hadihardja, Prof. Ir. Joetata. 1997. “Sistem Transportasi (Tim Penyusun) (z-Lib.Org).” Universitas Gunadarma.

- Handayani Suzantry Yanolanda, and Kurniawan Adhadi. 2020. "Rancang Bangun Prototipe Pengendali Pintu Air Berbasis SMS (Short Message Service) Untuk Pengairan Sawah Menggunakan Arduino." *Jurnal Amplifier* 10 (2): 34–41.
- Kharis Pratama, Widorisnomo, Sam Deli Imanuel. 2021. "Evaluasi Kinerja Rute Angkutan Barang Galian Golongan C Di Kabupaten Klaten," 1–6.
- Kho, Dickson. 2022a. "Pengertian LED (Light Emitting Diode) Dan Cara Kerjanya." <https://Teknikelektronika.Com/>. 2022. <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/>.
- . 2022b. "Pengertian Mikrokontroler (Microcontroller) Dan Strukturnya." <https://Teknikelektronika.Com/>. 2022. <https://teknikelektronika.com/pengertian-mikrokontroler-microcontroller-struktur-mikrokontroler/>.
- Louis Cohen, Lawrence Manion, Keith Morrison. 2007. *Research Methods in Education*. 6th ed. Routledge.
- Mardani, Rolan. 2023. "Cara Uji Hipotesis Dan Kesalahan Pengambilan Keputusan." 2023. <https://mjurnal.com/skripsi/uji-hipotesis-penelitian-dasar-jenis-pemahaman-mendalam/>.
- Mardiati, Rina, Ferlin Ashadi, and Geusan Farid Sugihara. 2016. "Rancang Bangun Prototipe Sistem Peringatan Jarak Aman Pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler" 2 (1): 53–61.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2018. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 33 Tahun 2018 Tentang Pengujian Tipe Kendaraan Bermotor.
- . 2019. "Surat Edaran Tentang Pengawasan Terhadap Mobil Barang Atas Pelanggaran Muatan Lebih (Overloading) Dan/ Atau Pelanggaran Ukuran Lebih (Over Dimension)," 1–3.
- Prastyo, Elga Aris. 2022. "Berbagai Macam Perintah Pada Arduino." 2022. <https://www.arduinoindonesia.id/2022/09/berbagai-macam-perintah-pada-arduino.html>.
- . 2023a. "Pengertian, Jenis Dan Cara Kerja Kabel Jumper Arduino." <https://Www.Arduinoindonesia.Id/>. 2023. <https://www.arduinoindonesia.id/2022/11/pengertian-jenis-dan-cara-kerja-kabel-jumper-arduino.html>.
- . 2023b. "Pengertian Dan Prinsip Kerja Motor Servo." <https://Www.Arduinoindonesia.Id/>. 2023. <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-servo.html>.
- Presiden Republik Indonesia. 2012. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan.
- Republik Indonesia. 2009. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan.
- Riski, Muhammad Danindra. 2019. "PROSIDING RANCANG ALAT LAMPU OTOMATIS DI CARGO COMPARTMENT PESAWAT BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN PUSH BUTTON SWITCH SEBAGAI PEMBELAJARAN DI

POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA.”

- Sakti, Elang. 2015. “Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya.” <https://Www.Elangsakti.Com/>. 2015. <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>.
- Sam, Nur Najmih, Muh Rifaldi, Nanang Roni Wibowo, Muhammad Nur, and Politeknik Bosowa. 2020. “Rancang Bangun Modul Praktik Load Cell Dengan Kapasitas 20 Kg Berbasis Arduino Nano.” *Mechatronics Journal in Professional and Entrepreneur* 2 (1): 21–26.
- Santoso, Singgih. 2014. *Statistik Parametrik: Konsep Dan Aplikasi Dengan SPSS*. 1st ed. Elex Media Komputindo. <https://elibrary.bsi.ac.id/readbook/200417/statistik-parametrik-konsep-dan-aplikasi-dengan-spss>.
- Setiawan, Rony. 2022. “Apa Itu Arduino? Pahami Lebih Mendalam.” <https://Www.Dicoding.Com/>. 2022. <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-arduino/>.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. 21st ed. Bandung: Alfabeta.
- Yoshua, Agiya, Rakhmadhany Primananda, and Agung Setia Budi. 2020. “Implementasi Pengiriman Data Multi-Node Sensor Menggunakan Metode Master-Slave Pada Komunikasi LoRa.” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer* 4 (10): 3445–54. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/7993>.