

Alat Pengukur Dimensi dan Berat Serta Volumetrik Paket Otomatis Berbasis Arduino

FX Ryan Winnetou

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara 11440

Email: fxryanw25@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi saat ini memiliki dampak yang besar pada sektor perekonomian, pada saat masa pandemi ekonomi digital di Indonesia terus berkembang pesat dikarenakan mudahnya akses jual beli melalui berbagai media elektronik. Salah satu contohnya adalah sektor e-commerce. Tentunya pada proses jual beli secara digital dibutuhkan perantara untuk mengirimkan barang yang dibeli kepada pembeli, yang akan dilakukan oleh perusahaan logistik yang bekerja sama dengan media elektronik tersebut. Untuk mempermudah dan mempercepat proses pengiriman, diperlukan suatu alat yang dapat mengukur dimensi dan berat paket untuk mengetahui berat asli atau berat volume yang harus dikenakan biaya kepada pengirim. Untuk menanggapi masalah tersebut, dibuatlah suatu alat yang dapat mengukur panjang, lebar, serta tinggi dari suatu paket menggunakan sensor ultrasonik dan mengukur berat paket menggunakan sensor loadcell dimana nilai yang terbaca dari sensor-sensor tersebut akan ditampilkan pada suatu layar penampil informasi. Alat ini dirancang dengan Arduino Mega2560 sebagai modul pemrosesnya. Pada pengukuran panjang, lebar, dan tinggi terdapat perbedaan sebesar 0 cm sampai dengan 1 cm. Pada pengukuran berat paket terdapat perbedaan sebesar 0 kg sampai 0,05 kg.

Kata kunci: *Dimensi Paket, Berat Paket, Penampil Informasi.*

Abstract

Current technological developments have a major impact on the economic sector, during the pandemic the digital economy in Indonesia continues to grow rapidly due to easy access to buying and selling through various electronic media. One example is the e-commerce sector. Of course, in the digital buying and selling process, an intermediary is needed to send the goods purchased to the buyer, which will be carried out by a logistics company that works with the electronic media. To simplify and speed up the shipping process, we need a tool that can measure the dimensions and weight of the package to determine the original weight or volume weight that must be charged to the sender. To respond to this problem, a tool was created that can measure the length, width and height of a package using ultrasonic sensors and measure the weight of packages using load cell sensors where the values read from these sensors will be displayed on an information display screen. This tool is designed with Arduino Mega2560 as the processing module. In measuring length, width, and height there is a difference of 0 cm to 1 cm. In measuring the weight of the package there is a difference of 0 kg to 0.05 kg.

Keywords: *Package dimension, package weight, information display screen*

PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi pada industri *marketplace* menyebabkan semakin banyak orang yang mencoba untuk menjual barang dagangannya melalui internet. Penjualan barang melalui internet telah didukung oleh perkembangan teknologi yang memudahkan penjual dan pembeli melakukan transaksi melalui internet khususnya melalui beberapa *platform e-commerce* yang ada di Indonesia[1].

Platform e-commerce menyediakan lahan transaksi antara penjual dan pembeli secara virtual sehingga antara penjual dan pembeli tidak diharuskan untuk bertemu secara langsung. Transaksi antara penjual dan pembeli dapat dilakukan secara online didukung oleh layanan perbankan dan jasa ekspedisi (pengiriman paket) yang menyebabkan perusahaan pengiriman paket yang ada di Indonesia menjadi memiliki terlalu banyak pekerjaan yang harus dilakukan seperti menerima paket, mengukur paket dan memilah paket sesuai dengan alamat tujuan yang tertera pada paket.

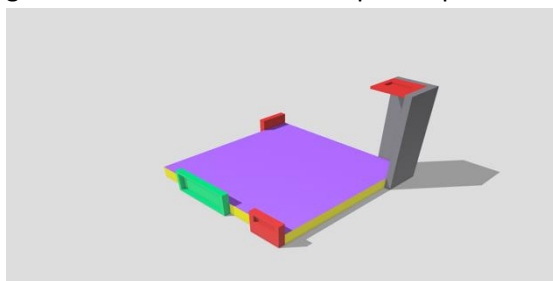
Banyaknya paket yang harus diukur setiap hari pada kantor ekspedisi menyebabkan pelayanan menjadi kurang efisien[2]. Pada umumnya semua paket yang diterima pada kantor ekspedisi setiap perusahaan pengiriman akan ditimbang, serta diukur dimensi paketnya untuk menentukan harga pengiriman berdasarkan berat atau volume paket. Prosedur ini dilakukan secara manual menggunakan alat untuk mengukur berat atau timbangan serta alat ukur dimensi paket seperti mistar atau meteran. Untuk mempermudah proses ini, dibutuhkan suatu alat pengukur otomatis yang bisa digunakan untuk mengukur berat, dimensi, serta volume paket secara otomatis.

Batasan masalah dari perancangan alat ini adalah menggunakan tiga buah sensor ultrasonik, satu buah load cell, menggunakan LCD TFT sebagai penampil informasi, dapat mengukur objek berbentuk kotak atau persegi panjang, membulatkan nilai ukuran terbaca ke angka bulat terdekat.

Deskripsi konsep

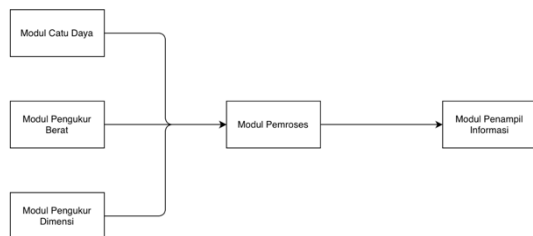
Rancangan pembuatan alat ini menggunakan tiga buah sensor pendeteksi jarak untuk dapat mengukur dimensi paket, satu buah load cell untuk mengukur berat paket, mikrokontroler untuk mengolah data yang diterima dari sensor dan satu buah modul penampil informasi yang berupa LCD.

Cara kerja dari alat ini adalah pengguna meletakkan paket yang akan ditimbang atau diukur pada alat ini, kemudian sensor ultrasonik akan mendeteksi tinggi, panjang dan lebar paket sekaligus mengukur berat paket tersebut. Kemudian data yang didapatkan oleh sensor akan ditampilkan pada modul penampil informasi yang dibuat untuk memudahkan proses pembacaan data.



Gambar 1. Sketsa Alat

Diagram Blok Rancangan



Gambar 2. Diagram Blok Rancangan

Teori Catu Daya

Catu daya merupakan suatu rangkaian elektronik yang mengubah arus listrik bolak balik menjadi arus listrik searah. Catu daya menjadi bagian yang penting dalam dunia elektronika yang berfungsi sebagai sumber tenaga listrik. Catu daya juga dapat digunakan sebagai perangkat yang memasok energi listrik untuk satu atau lebih beban listrik.

Arus dari sumber tegangan masuk ke blok *Unregulated* (Dioda kiprox dan Elco) di blok ini tegangan AC diubah menjadi tegangan DC terus kemudian tegangan masuk ke blok inverter di blok ini akan kembali terjadi perubahan tegangan yang tadinya tegangan DC diubah kembali menjadi tegangan AC tetapi sifat tegangannya tidak sama dengan tegangan AC dari sumber.

Kemudian tegangan masuk ke blok *Regulated* (Dioda half wave, penyearah dan elco) di blok ini akan kembali terjadi perubahan tegangan yang tadinya tegangan AC diubah lagi menjadi DC kemudian tegangan baru masuk ke beban dan ada yang masuk ke blok komparator[3].

Teori sensor load cell

Load cell adalah sebuah alat uji perangkat listrik yang dapat mengubah suatu energi menjadi energi lainnya yang biasa digunakan untuk mengubah suatu gaya menjadi sinyal listrik. Konversi terjadi secara tidak langsung dalam dua tahap. Pertama lewat pengaturan mekanis, gaya tekan dideteksi berdasarkan deformasi dari matriks pengukur tegangan (*strain gauges*) dalam bentuk resistor planar. Regangan ini mengubah hambatan efektif (*effective resistance*) empat pengukur regangan yang disusun dalam konfigurasi jembatan wheatstone (*wheatstone bridge*) yang kemudian dibaca berupa perbedaan potensial (tegangan)[4].

Teori sensor ultrasonik

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. Sensor ultrasonik dapat mengukur jarak dengan menggunakan persamaan:

$$D = \frac{T \times SOS}{2} \quad (1)$$

dengan D = jarak, T = waktu, SOS = kecepatan suara.

Angka 2 pada rumus digunakan karena suara harus bergerak bolak balik.

Pertama – tama suara bergerak menjauh dari sensor, kemudian suara tersebut memantul dari sebuah permukaan dan kembali ke sensor[5]. Untuk mendapatkan pembacaan jarak dalam centimeter digunakan persamaan :

$$\text{Centimeters} = \frac{\frac{\mu S}{2}}{29} \quad (2)$$

Angka 29 didapat karena suara bergerak pada kecepatan 343 meter per detik, yang jika dikonversikan didapat 29.155 mikrodetik per centimeter[6].

Teori mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya[7].

Sinyal input mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan.

Pada dasarnya mikrokontroler adalah sebuah komputer dalam satu chip, yang didalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur input/output dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan PC.

Teori LCD

LCD merupakan salah satu komponen elektronika yang memiliki fungsi sebagai media tampilan suatu data, baik itu karakter, huruf, atau grafik. LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sering digunakan pada kalkulator, arloji digital, dan instrumen elektronik seperti multimeter digital[8]. LCD memanfaatkan silikon dan galium dalam bentuk kristal cair sebagai pemancar cahaya.

Realisasi Rancangan

Modul Catu Daya

Menggunakan satu buah power supply *switching* yang mengkonversi tegangan 220VAC menjadi 5VDC dan memiliki tipe MSF15-05. Bentuk dari komponen ini dapat dilihat pada gambar 2. Dan spesifikasi power supply dapat dilihat pada Tabel 1.

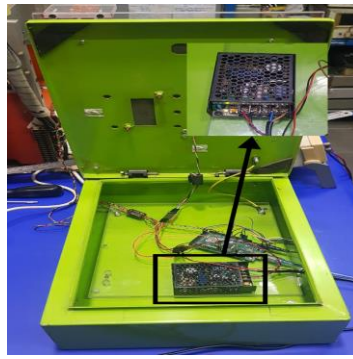


Gambar 3. Power supply MSF15-05

Tabel 1. Spesifikasi power supply MSF15-05

Voltase Masukan	100-240VAC
Voltase Keluaran	5VDC
Arus Masukan	0.4A
Arus Keluaran	3.0A

Modul catu daya yang sudah dipasang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Modul Catu Daya

Modul pengukur berat

Terdiri dari satu buah load cell yang memiliki kemampuan untuk mengukur massa hingga dengan 20kg dengan tipe YZC-131. Bentuk dari komponen ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Load cell YZC-131

Modul pengukur berat terdiri dari satu buah papan akrilik yang memiliki ukuran panjang 39.8cm, lebar 29.8cm, dan tebal 1cm. Pada bagian tengah diletakkan satu buah load cell YZC-131 untuk menghitung beban benda yang akan diukur. Tujuan dari meletakkan load cell ditengah papan akrilik adalah agar pengukuran lebih presisi sesuai dengan pusat massa. Modul pengukur berat dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Modul pengukur berat

Modul pengukur dimensi

Sensor ultrasonik yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04 yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi jarak dari 2cm sampai dengan 450cm. Sensor ini memiliki tingkat akurasi sebesar 3mm. Fisik sensor dapat dilihat pada Gambar 7. dan spesifikasi sensor dapat dilihat pada Tabel 2.

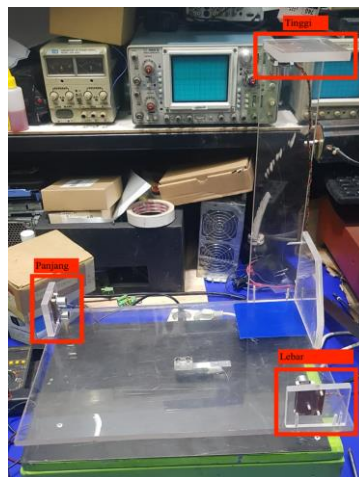


Gambar. 7 HC-SR04

Tabel 2. Spesifikasi HC-SR04

Tegangan	5V
Arus Statis	<2 mA
Level Output	5 V – 0 V
Sudut Sensor	< 15°
Jarak Yang Bisa Dideteksi	2 cm – 450 cm
Tingkat Akurasi	3 mm

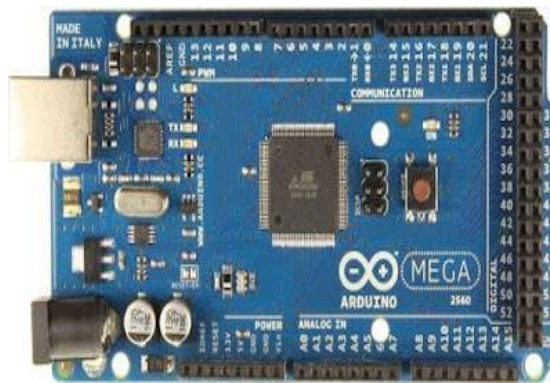
Modul pengukur dimensi terdiri dari tiga buah sensor ultrasonik yang diletakkan pada tiga lokasi berbeda agar dapat mengukur dimensi dari objek yang akan diukur. Pengukuran menggunakan tiga buah sensor karena masing-masing sensor digunakan untuk mengukur variabel yang berbeda. Sensor 1 digunakan untuk mengukur panjang, sensor 2 digunakan untuk mengukur lebar, dan sensor 3 digunakan untuk mengukur tinggi objek. Bentuk fisik dari modul pengukur dimensi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Modul pengukur dimensi

Modul pemroses

Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega 2560 yang merupakan suatu papan sirkuit dengan chip mikrokontroler Atmega2560 serta memiliki jumlah pin paling banyak diantara semua jenis arduino lainnya. Fisik dari komponen ini dapat dilihat pada Gambar 9. dan spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 3.

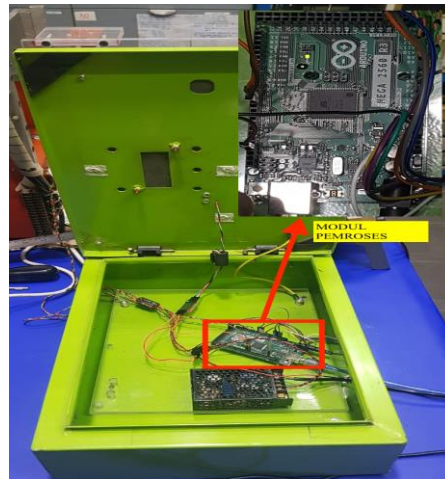


Gambar 9. Arduino Mega 2560

Tabel 3. Spesifikasi Arduino Mega 2560

Jenis Mikrokontroler	Atmega2560
Tegangan Operasional	5 Volt
Tegangan Rekomendasi	7-12 Volt
Batas Tegangan	6-20 Volt
Pin Input/Output Digital	54
Pin PWM	15
Pin Input Analog	16
Arus Untuk Pin Digital	40 mA
Arus Untuk Pin 3,3 V	50 mA
Memori Flash	256 KB (8 KB untuk bootloader)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
Panjang	10,1 cm
Lebar	5,3 cm
Berat	37 gram

Modul pemroses terdiri dari satu buah mikrokontroler yang digunakan untuk mengolah data yang diterima dari modul pengukur berat, modul pengukur dimensi dan mengirimkan data yang telah diproses ke modul penampil informasi. Modul pemroses berada pada bagian dalam kotak hijau, fisik dari modul pemroses dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Modul pemroses

Modul penampil informasi

LCD yang digunakan pada modul penampil informasi adalah LCD 3.2 Inch SPI Module ILI9341 yang dapat menampilkan gambar dan warna serta tulisan dengan cukup tajam. Bentuk dari display ini dapat dilihat pada Gambar 11. dan spesifikasi display dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 11. LCD SPI Module ILI9341

Tabel 4. Spesifikasi LCD SPI Module ILI9341

Warna Display	RGB 65K
Ukuran Layar	3.2 inch
Tipe	TFT
Driver IC	ILI9341
Resolusi	320*240 Pixel
VCC	3.3V-5V

Modul penampil informasi berisi tentang informasi yang didapat dari modul pengukur berat dan modul pengukur dimensi serta perhitungan volume objek barang[9].

Perhitungan volume objek barang disesuaikan dengan persamaan volume paket sebagai berikut:

$$Volume = (P \times L \times T) \div 6000 \quad (3)$$

Dengan P = panjang, L = lebar, dan T = tinggi.

Bentuk fisik dari modul penampil informasi dapat dilihat pada Gambar 12.

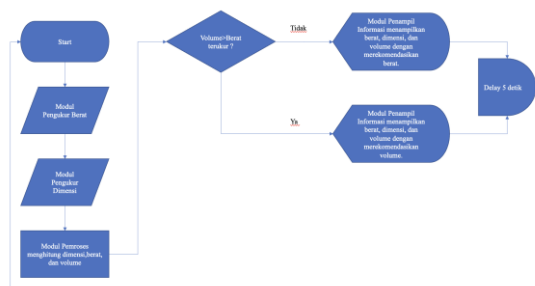


Gambar 12. Modul penampil informasi

Modul keseluruhan

Alat pengukur dimensi dan berat serta volumetrik paket otomatis terdiri dari modul catu daya, modul mengukur berat, modul pengukur dimensi, modul pemroses dan modul penampil informasi.

Diagram alir dari modul keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Diagram alir modul keseluruhan

Cara kerja dari alat ini adalah ketika alat dihidupkan, modul pengukur berat akan mengukur berat objek yang diletakkan pada modul pengukur berat, kemudian modul pengukur dimensi akan menghitung panjang, lebar, serta tinggi dari objek tersebut. Modul pemroses menerima data tersebut dan menghitung berat, panjang, lebar, dan tinggi objek.

Kemudian modul pemroses akan menghitung volume dari objek tersebut, bila volume dinyatakan lebih besar dari berat maka modul penampil informasi akan menampilkan rekomendasi untuk menggunakan berat volume. Jika berat objek lebih besar maka modul penampil informasi akan menampilkan rekomendasi untuk menggunakan berat objek.

Setelah modul penampil informasi menampilkan nilai yang dikirim oleh modul pemroses, akan ada jeda waktu 5 detik sebelum modul keseluruhan membaca objek dari awal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Dan Analisis Modul Catu Daya

Pengujian modul catu daya menggunakan multimeter untuk memastikan apakah tegangan yang keluar sudah sesuai dengan tegangan yang tertera pada spesifikasi modul catu daya yang digunakan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Modul Catu Daya

Voltase Sebenarnya	Beban	Voltase Terukur	Selisih
5V	Tidak ada	5,1V	0,1 V
5V	Arduino	4,9V	0,1V

Dari hasil pengujian modul catu daya menggunakan multimeter, terdapat selisih 0,1V dari tegangan yang tertera pada spesifikasi dengan kondisi diberi beban dan tidak diberi beban. Batas toleransi adalah lebih kurang 5% dari nilai aslinya [10]. Maka nilai yang terbaca masih bisa digunakan secara aman.

Pengujian Dan Analisis Modul Pengukur Berat

Pengujian modul pengukur berat menggunakan 5 buah benda besi yang memiliki berat berbeda-beda dimana sebelumnya sudah diukur dengan timbangan digital. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Modul Pengukur Berat

Berat Sebenarnya	Berat Terukur	Selisih
0,05 kg	0,06 kg	0,01 kg
0,1 kg	0,11 kg	0,01 kg
0,2 kg	0,21 kg	0,01 kg
0,5 kg	0,51 kg	0,01 kg
1 kg	1,03 kg	0,03 kg
1,85 kg	1,92 kg	0,07 kg

Dari tabel hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa besar selisih berat terukur dengan berat sebenarnya tidak mencapai 100 gram, dengan kata lain modul pengukur berat masih bisa digunakan untuk keperluan umum yang tidak memerlukan akurasi pengukuran berat hingga mencapai miligram.

Pengujian Dan Analisis Modul Pengukur Dimensi

Pengujian modul pengukur dimensi dilakukan dengan menggunakan 3 buah kotak berbentuk persegi/persegi panjang yang memiliki ukuran berbeda-beda. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9.

Tabel 7. Pengujian Modul Pengukur Dimensi

Dimensi Sebenarnya		
P	L	T
10,1 cm	10,1cm	9,1 cm
17,2 cm	12 cm	5,7 cm
22 cm	15,5 cm	6 cm

Tabel 8. Pengujian Modul Pengukur Dimensi

Dimensi Terukur		
P	L	T
10 cm	10 cm	8 cm
18 cm	12 cm	6 cm
23 cm	15 cm	6 cm

Tabel 9. Pengujian MODUL PENGUKUR DIMENSI

Selisih		
P	L	T
0,1 cm	0,1 cm	1,1 cm
0,8 cm	0 cm	0,3 cm
1 cm	0,5 cm	0 cm

Dari tabel hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa modul pengukur dimensi memiliki perbedaan pengukuran yang beragam, dari 0 cm sampai dengan 1,1 cm.

Pengujian dan analisis modul pemroses

Pengujian modul pemroses menggunakan LED bawaan pada modul pemroses untuk memastikan apakah tegangan dari modul catu daya tersambung ke modul pemroses dengan memasukkan satu buah program yang berfungsi untuk mengatur kecepatan nyala matinya lampu tersebut. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 10.


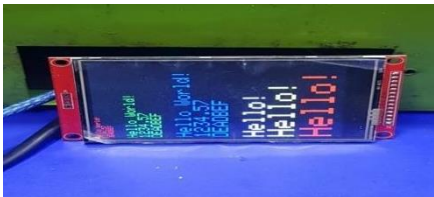
Kondisi	Program
High	Aktif
Low	Tidak aktif

Dari tabel hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa modul pemroses tidak memiliki masalah dan layak untuk digunakan.

Pengujian dan analisis modul penampil informasi

Pengujian modul penampil informasi dilakukan dengan memasukkan program untuk menampilkan beberapa tulisan dengan ukuran dan warna yang berbeda. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Modul Penampil Informasi

Input Tegangan	Tampilan Layar
Low	
High	

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa modul penampil informasi dapat menampilkan program yang dibuat untuk menampilkan tulisan dengan warna dan ukuran yang berbeda.

Pengujian rancangan keseluruhan

Pengujian rancangan keseluruhan dengan menggunakan beberapa contoh kasus:

1. Tidak ada barang.
2. Kotak kecil dengan panjang 13,5 cm, lebar 8 cm, tinggi 8,6 cm, berat 0,075 kg, volume 0,156 kg.
3. Kotak sedang dengan panjang 16,5 cm lebar 12 cm, tinggi 8,7 cm berat 0,120 kg, volume 0,287 kg.
4. Kotak besar dengan panjang 25,5 cm, lebar 13 cm, tinggi 12,2 cm, berat 0,18 kg, volume 0,675 kg.

Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 14, Gambar 15, Gambar 16, dan Gambar 17.



Gambar 14. Kasus 1



Gambar 15. Kasus 2



Gambar 16. Kasus 3



Gambar 17. Kasus 4

Dari hasil pengujian diatas modul rancangan keseluruhan memiliki perbedaan pengukuran untuk dimensi sebesar 0 cm sampai dengan 0,7 cm dan perbedaan pengukuran berat sebesar 0 kg sampai dengan 0,04 kg. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa alat ini dapat mengukur objek berbentuk kotak/persegi panjang dengan cukup tepat dan dapat digunakan selain untuk pengukuran yang membutuhkan ketepatan atau akurasi yang sangat kecil seperti dalam milimeter maupun miligram.

SIMPULAN

Dari hasil pengujian pada bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan bahwa modul catu daya memiliki selisih tegangan yang masih masuk dalam batas toleransi dan dapat digunakan untuk menghidupkan seluruh modul yang dipakai dalam Alat Pengukur Otomatis Untuk Dimensi, Berat, Dan Volume Paket Berbasis Arduino. Pada modul pengukur berat terdapat selisih sebesar 0 kg sampai dengan 0,07 kg, apabila modul pengukur berat digunakan untuk mengukur objek atau paket secara umum nilai tersebut masih masuk dalam toleransi perhitungan paket karena angka tersebut biasanya akan dibulatkan ke desimal terdekat.

Hasil pengujian pada modul pengukur dimensi menunjukkan bahwa modul pengukur dimensi memiliki tingkat akurasi yang cukup bagus dimana selisih ukuran yang terbaca adalah sebesar 0 cm sampai dengan 1,5 cm. Nilai ini cukup bagus mengingat sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik yang paling mudah didapat dan memiliki harga yang sangat murah. Modul pengukur dimensi dapat menampilkan informasi dengan akurat, tidak ada bagian layar yang rusak dan warna yang ditampilkan cukup terang. Pengujian modul pemroses tidak menunjukkan masalah.

Pengujian pada rancangan keseluruhan menunjukkan beberapa nilai yang berbeda dibandingkan dengan saat pengujian masing-masing modul dimana pada pengujian rancangan keseluruhan, selisih nilai yang didapat dari modul pengukur berat hanya sebesar 0 kg sampai dengan 0,04 kg dan selisih nilai dari modul pengukur dimensi hanya 0 cm sampai dengan 0,7 cm.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pengukuran paket berbentuk kotak atau persegi panjang dengan menggunakan alat ini bisa terbilang cukup akurat dan dapat membantu mempercepat proses pengukuran atau pengambilan keputusan tentang harga pengiriman dikenakan menggunakan berat paket atau berat volume paket.

Secara lebih khusus dapat ditarik kesimpulan bahwa selisih pembacaan nilai pada modul pengukur berat sebesar 0 kg sampai dengan 0,04 kg. Kemudian selisih pembacaan nilai pada modul pengukur dimensi sebesar 0 cm sampai dengan 0,7 cm. Serta Alat Pengukur Dimensi Dan Berat Serta Volumetrik Paket Otomatis Berbasis Arduino dapat digunakan untuk mempercepat proses pengambilan keputusan tentang berat yang digunakan untuk biaya pengiriman.

DAFTAR PUSTAKA

- sri003, "Bisnis E-Commerce Semakin Gurih," <https://www.kominfo.go.id/content/detail/32999/bisnis-e-commerce-semakin-gurih/0/artikel>, 23-Feb-2021. .
- Jawa Pos, "Perusahaan Ekspedisi Sampai Kewalahan," <https://www.pressreader.com/indonesia/jawa-pos/20210708/282059099994901>, 08-Jul-2021. .
- M. Cahyadi, Emir Nasrullah, and Agus Trisanto, "Rancang Bangun Catu Daya DC 1V-20V Menggunakan Kendali P-I Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 99–109, May 2016.
- rajaloadcell, "Teori Dasar Load Cell," <http://www.rajaloadcell.com/article/teori-dasar-load-cell-112>, 2014. .
- Elang Sakti, "Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya," <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>, 13-Dec-2015. .
- v. Grabovets, "Getting Distance in Inches dan Cm from Ultrasonic Sensor in Arduino," <https://stackoverflow.com/questions/41501360/getting-distance-in-inches-and-cm-from-ultrasonic-sensor-in-arduino>, 06-Jan-2017. .
- Arip Septianto, "Mikrokontroler," <https://aripseptianto.wordpress.com/2016/04/26/mikrokontroler/>, 26-Apr-2016. .
- Elektronika Dasar, "LCD (Liquid Cristal Display)," <https://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>, 17-Sep-2022. .
- Pengiriman, "Cara Menghitung Volume Barang Kiriman Ekspedisi," <https://insancargo.co.id/news/read/36/Cara-Menghitung-Volume-Barang-Kiriman-Ekspedisi>, 16-Sep-2020. .
- Tim Fisher, "Power Supply Voltage Tolerances," <https://www.lifewire.com/power-supply-voltage-tolerances-2624583>, 29-Aug-2022. .