

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR BERAT DAN DIMENSI PAKET BERBASIS MIKROKONTROLLER MENGGUNAKAN APLIKASI TELEGRAM

ANDI SYOFIAN¹, YULTRISNA²

Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang ¹, Politeknik Negeri Padang²

E-mail: andisyofianmt@gmail.com, rina.yultrisna@gmail.com

Abstract: Currently, people tend to shop for daily necessities online through various marketplaces. Shipping costs depend on three parameters: weight, dimensions, and destination. Generally, these parameters are determined manually using rulers and scales. The solution proposed in this research is to create an automated system for measuring dimensions and weight. The method involves integrating a weight measurement tool using a load cell and a dimension measurement tool using ultrasonic sensors. One load cell is used in a Wheatstone bridge configuration to achieve good sensitivity. Meanwhile, dimension measurement employs five ultrasonic sensors to measure the length, width, and height of the package. The information from all sensors is processed using an ESP32 microcontroller, and the measurement results can be sent to a Telegram application. Testing results showed an average weight measurement error of 1.42% over 15 trials. For dimension measurements, the average errors were 2.17% for length, 1.93% for width, and 2.25% for height over 15 trials.

Keywords: Package weight, package dimensions, HC-SR04 ultrasonic sensor, load cell, ESP32, Telegram.

Abstrak: Saat ini masyarakat cenderung belanja kebutuhan barang sehari-hari secara online pada beberapa marketplace. Biaya pengiriman barang tergantung pada tiga parameter yaitu berat, dimensi dan tujuan pengiriman. Umumnya penentuan parameter tersebut dilakukan secara manual menggunakan mistar dan timbangan. Solusi yang ditawarkan pada penelitian ini adalah membuat sistem pengukuran dimensi dan berat secara otomatis. Metode yang digunakan adalah melakukan integrasi alat ukur berat menggunakan loadcell dan alat ukur dimensi menggunakan sensor ultrasonic. Loadcell yang digunakan sebanyak satu buah dengan konfigurasi jembatan wheatstone agar didapat sensitifitas yang baik. Sedangkan untuk pengukuran dimensi menggunakan sensor ultrasonic sebanyak lima buah untuk mengukur Panjang, lebar dan tinggi paket. Sedangkan pemroses informasi dari semua sensor menggunakan mikrokontroler ESP32 dan data hasil pengukuran dapat dikirim ke aplikasi telegram. Hasil pengujian didapatkan error rata-rata pada berat sebesar 1,42% pada 15 kali pengujian. Sedangkan pada pengujian dimensi didapatkan error rata-rata pada panjang sebesar 2,17%, pada lebar sebesar 1,93%, dan pada tinggi sebesar 2,25% pada 15 kali pengujian.industri.

Kata Kunci : Berat paket, dimensi paket, ultrasonic HC-SR04, loadcell, ESP32, Telegram.

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital yang terjadi saat secara tidak langsung mengubah gaya hidup masyarakat. Teknologi tersebut memberikan kemudahan pada dalam berbagai aktifitas masyarakat. Semua kebutuhan pokok dan sekunder masyarakat saat ini dapat dilakukan dengan perantara *smartphone*. Jasa pengiriman paket merupakan bidang yang saat ini sedang berkembang seiring dengan aktifitas belanja online yang dilakukan masyarakat. Paket merupakan suatu barang yang dikemas dan dikirim dengan cara dikemas lalu diantarkan melalui jasa pos atau perusahaan ekspedisi. Pengiriman paket saat ini tidak hanya oleh PT POS tetapi banyak jasa pengiriman paket milik swasta yang beroperasi. Pengiriman paket biasanya berkaitan dengan berat paket yang dikirimkan. Petugas pengiriman umumnya menentukan biaya kirim berdasarkan ukuran barang serta volume dari barang yang akan

dikirimkan atau disebut juga dengan istilah kubikasi. Cara hitung volume paket ini sangat mudah. Karena pada umumnya, barang dikemas dalam box berbentuk kubus atau balok menggunakan persamaan volume kubus yaitu S^3 , dimana S merupakan sisi-sisinya. Sedangkan persamaan volume balok adalah $p \times l \times t$, dimana p untuk panjang, l untuk lebar dan t untuk tinggi. Jadi, meskipun barangnya ringan, tetapi dimensinya besar maka, biaya pengiriman paket juga mahal. Sejalan dengan hal tersebut banyak algoritma yang berkembang untuk optimalisasi penentuan biaya pengiriman paket menggunakan metode kecerdasan buatan. (Yusuf et al., 2024)

Kecepatan waktu pemrosesan dan pengiriman paket pada usaha jasa pengiriman merupakan salah indikator kualitas dari jasa pengiriman. Selain metode perhitungan biaya paket hal yang menentukan kualitas jasa pengiriman adalah waktu pengiriman paket. Metode optimalisasi jalur terpendek dalam pengiriman paket juga sudah banyak digunakan agar didapat jalur terpendek dalam proses pengiriman paket. Saat ini proses pengiriman paket dimulai dari registrasi barang untuk menentukan berat dan dimensi suatu barang yang akan dikirimkan. Tahap selanjutnya adalah penentuan tujuan pengiriman yang dilakukan kemudian akan muncul biaya yang harus dibayarkan. Semua proses tersebut masih menggunakan operator atau kasir dalam menjalankan serangkaian proses tersebut. (Yusuf et al., 2024)

Salah satu tujuan digitalisasi adalah meningkatkan efisiensi dalam berbagai aspek mulai dari efisiensi waktu, biaya dan proses. Berdasarkan prosedur registrasi paket pada jasa pengiriman tersebut dan tujuan dari digitalisasi, maka dapat ditemukan gap pada proses tersebut dimana proses registrasi paket dapat dilakukan digitalisasi mulai pengukuran berat, dimensi dan biaya pengiriman dapat dilakukan secara otomatis menggunakan sistem yang terintegrasi. Pemecahan masalah yang ditawarkan untuk mengatasi kesenjangan diatas dengan memanfaatkan perkembangan teknologi sensor dan internet of things. Pengukuran dimensi dan berat yang umumnya menggunakan timbangan digital dan tidak terintegrasi dengan sistem pembayaran akan di integrasi dengan sistem pembayaran secara realtime. Sensor yang dipakai untuk mengukur berat paket yaitu sensor *Loadcell* sebanyak empat buah yang dipasang pada beberapa titik agar didapat nilai kesetimbangan. Sensor ini akan dikonfigurasi seperti rangkaian jembatan wheatstone untuk meningkatkan sensitifitas alat ukur. Sedangkan untuk pengukuran dimensi menggunakan sensor ultrasonik sebanyak tiga buah yang dipasang pada sisi samping, depan dan atas alat ukur. Ketiga sensor ultrasonik ini untuk mengukur dimensi paket berupa panjang, lebar dan tinggi.

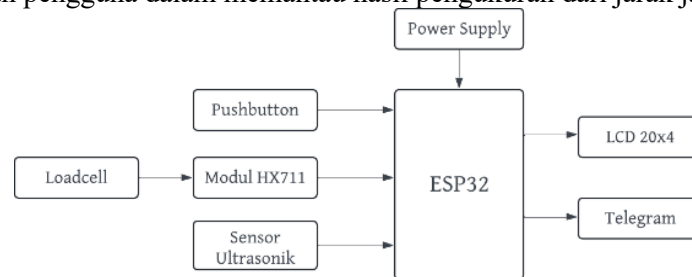
Beberapa penelitian telah dilakukan terkait dengan pembuatan sistem pengukuran berat dan dimensi barang. Penelitian terkait pengukuran dimensi dan berat paket pernah dilakukan oleh dimana sensor yang digunakan sebagai pengukur berat berupa sensor *Loadcell* dan untuk mengukur dimensi adalah sensor ultrasonik. Pada penelitian ini mikrokontroler yang digunakan jenis Arduino Mega, sehingga system tidak dapat di integrasikan dengan proses pembayaran karena belum di lengkapi protokol komunikasi yang mendukung internet of things. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh dimana proses pengukuran berat dan dimensi menggunakan sensor *Loadcell* dan sensor ultrasonik. Pada penelitian ini data hasil pengukuran sudah dapat terintegrasi dengan komputer akan tetapi media komunikasinya adalah Bluetooth sehingga jarak alat ukur dengan komputer harus berdekatan. Selain dengan media komunikasi Bluetooth terdapat media komunikasi lain yang bisa digunakan seperti wireless seperti yang dilakukan dengan menghubungkan alat yang digunakan sebagai pengukur berat dan tinggi badan berbasis PC dengan media komunikasi wireless.

Hal ini yang mendasari penelitian ini menggunakan media komunikasi yaitu jaringan internet, sehingga jarak antara alat ukur dengan komputer bisa fleksibel hal ini yang akan dijadikan state of the art atau kebaruan pada penelitian ini. Mikrokontroler yang digunakan sebagai pengolah data dan pengatur protokol komunikasi adalah ESP32. Tampilan hasil pengukuran menggunakan LCD karakter dan berbasis Internet menggunakan aplikasi Telegram. Sensor yang digunakan sama dengan penelitian sebelumnya yaitu sensor ultrasonik untuk mengukur dimensi serta sensor *Loadcell* yang digunakan untuk mengukur berat paket. Adapun tujuan dari penelitian yang dibuat adalah membuat rancang bangun sistem pengukuran

dimensi paket dan tarif biaya pengiriman secara otomatis dengan memanfaatkan perkembangan teknologi dibidang internet of things. Disamping itu toleransi kesalahan pengukuran maksimal adalah $\pm 5\%$. Penelitian berfokus pada konfigurasi sensor *Loadcell* agar didapatkan hasil pengukuran yang presisi. Sedangkan pengukuran dimensi menggunakan sensor ultrasonik yang dipasang pada masing-masing sisi untuk mendapatkan hasil yang optimal.(Yusuf et al., 2024).

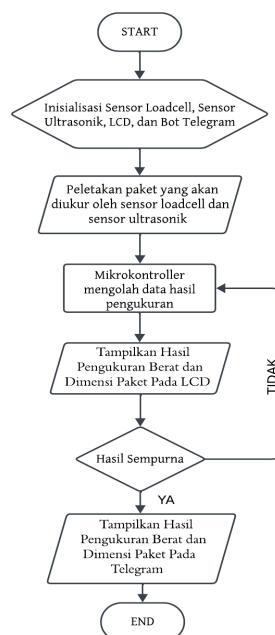
B. Metode

Alat dan bahan yang digunakan dalam sistem ini meliputi mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama yang menerima daya dari sumber listrik. Sistem ini menggunakan sensor load cell untuk mengukur berat paket dengan presisi melalui konversi perubahan tekanan menjadi data digital, serta lima sensor ultrasonik yang diposisikan di berbagai sudut untuk mengukur dimensi paket secara akurat berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara. Hasil pengukuran berat dan dimensi ditampilkan pada layar LCD 20x4 yang terpasang pada perangkat. Selain itu, sistem dilengkapi dengan push button yang berfungsi untuk mengirimkan data hasil pengukuran secara otomatis ke aplikasi Telegram melalui koneksi internet, memudahkan pengguna dalam memantau hasil pengukuran dari jarak jauh.



Gambar 1. Block Diagram Rangkaian

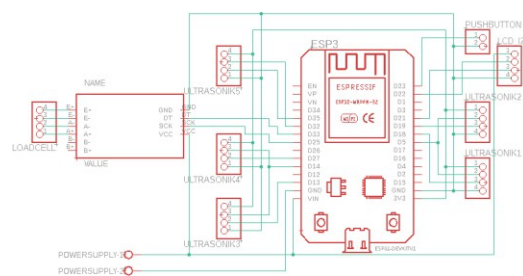
Perancangan perangkat lunak (Software) terdiri dari pembuatan diagram alir (Flowchart). Tujuan dibuatnya flowchart ini adalah untuk memudahkan dalam memahami prinsip kerja dari alat yang dibuat.



Gambar 2. Flowchart

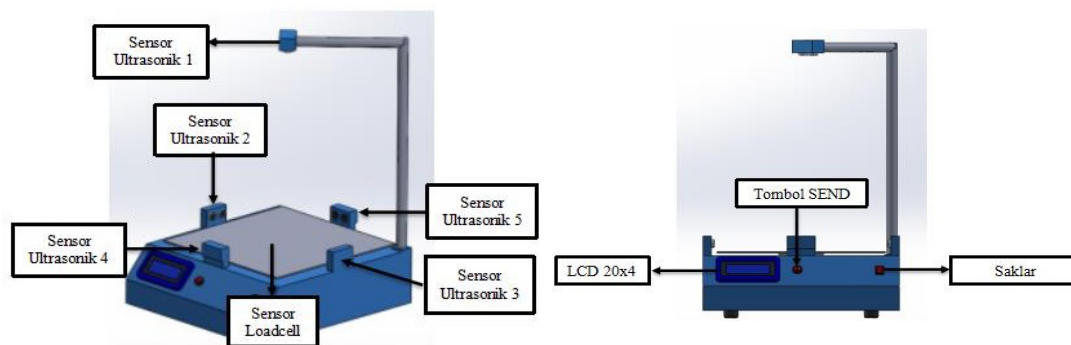
Flowchart atau diagram alir merupakan suatu bagian dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu program. Flowchart ini menggambarkan sistem keseluruhan alat ukur berat dan dimensi paket berbasis mikrokontroler ESP32. Sistem ini menggunakan sensor load cell untuk mengukur berat paket serta lima sensor ultrasonik yang diposisikan pada berbagai sudut untuk mengukur dimensi paket secara akurat. Saat alat dinyalakan, ESP32 mengaktifkan seluruh sistem dan mulai mengumpulkan data dari sensor-sensor tersebut. Setelah paket diletakkan pada platform pengukuran, load cell mendeteksi perubahan tekanan akibat berat paket dan mengonversinya menjadi data digital yang merepresentasikan berat paket secara presisi.

Di sisi lain, sensor ultrasonik akan mengirimkan gelombang suara frekuensi tinggi untuk mengukur dimensi paket berdasarkan waktu yang dibutuhkan gelombang untuk kembali setelah memantul dari permukaan paket. Data berat dan dimensi paket kemudian ditampilkan pada LCD 20x4, dan dengan menekan push button, hasil pengukuran dapat dikirim secara otomatis ke aplikasi Telegram melalui koneksi internet yang terhubung dengan ESP32. Buzzer akan berbunyi jika proses pengukuran telah selesai.



Gambar 3. Skema Keseluruhan Alat

Pada rangkaian alat ukur paket ini, sensor ultrasonik terhubung ke ESP32 melalui pin digital, VCC, dan GND, yang berfungsi untuk mengukur dimensi paket dari berbagai sisi. Sensor load cell, yang berfungsi mengukur berat paket, terhubung ke modul HX711 sebelum diteruskan ke pin ESP32 untuk konversi data menjadi nilai digital yang akurat. LCD 20x4 digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran berat dan dimensi paket dan terhubung ke ESP32 melalui modul I2C untuk menyederhanakan koneksi. Sistem ini juga dilengkapi dengan push button yang berfungsi sebagai pemicu pengiriman data ke aplikasi Telegram, memungkinkan pengguna untuk memantau hasil pengukuran dari jarak jauh



Gambar 4. Keseluruhan Alat

Keterangan:

1. LCD 20x4: Menampilkan hasil perhitungan berat dan dimensi paket.
2. Pushbutton: Mengirimkan hasil pengukuran ke telegram.
3. Saklar: Sebagai tombol untuk menghidupkan/mematikan alat.
4. Sensor Ultrasonik: sebagai pembaca atau pengukur dimensi paket.
5. Sensor loadcell: Sebagai pengukur/penghitung berat paket.

Cara Pengoperasian Alat

1. Menghidupkan Alat dan mengkoneksikan ke Telegram. Alat siap untuk digunakan.
2. Saat paket diletakkan di atas platform pengukuran, sensor loadcell akan langsung mendeteksi perubahan tekanan akibat berat paket tersebut dan sensor ultrasonik yang telah diposisikan di berbagai sudut akan mulai memancarkan gelombang suara berfrekuensi tinggi untuk mengukur dimensi paket.
3. Setelah sensor menerima data selanjutnya hasil pengukurannya akan ditampilkan di LCD 20x4 dan akan terkirim ke telegram dengan tampilan berat berupa Kg dan dimensi berupa Cm.
4. Tekan *Pushbutton* kuning untuk mengirimkan hasil pengukuran ke telegram.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Pengujian Pada Sensor Loadcell

Tujuan dari pengujian load cell adalah mengetahui nilai ADC untuk setiap beban yang diukur. Nilai ini menjadi nilai pembagi untuk menentukan nilai set scale. Pengujian load cell dilakukan dengan cara menimbang benda dengan berat yang berbeda di atas load cell. Sebelumnya benda diukur terlebih dahulu menggunakan timbangan berat digital. Pengukuran berat di atas loadcell dilakukan sesuai dengan prosedur penggunaan alat pengukur berat dan dimensi paket, yaitu benda diletakkan pada pojok siku-siku tepat di atas penanaman load cell. Hasil pengukuran ditampilkan dalam bentuk nilai ADC yang ditampilkan melalui serial monitor. Pertama-tama load cell dikalibrasi dan nilai ADC proses kalibrasi dapat dilihat pada serial monitor. Tunggu kalibrasi sampai nilai ADC menunjukkan angka yang stabil tanpa meletakkan benda di atas alat pengukur berat dan dimensi paket. Kemudian pengujian dilanjutkan dengan menggunakan beban yang semakin berat di atas alat pengukur berat dan dimensi paket. Hasil perubahan nilai ADC pada serial monitor. Hasil pengujian rangkaian load cell dengan menggunakan beban yang semakin berat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Loadcell

| No | Timbangan Manual (Kg) | Pengukuran Sensor (Kg) | Error |
|-----|-----------------------|------------------------|-------|
| 1. | 0,25 | 0,21 | 0,04% |
| 2. | 0,45 | 0,49 | 0,04% |
| 3. | 1,1 | 1,1 | 0 |
| 4. | 1,35 | 1,35 | 0 |
| 5. | 1,4 | 1,44 | 0,04% |
| 6. | 1,7 | 1,78 | 0,08% |
| 7. | 1,83 | 1,83 | 0 |
| 8. | 2,1 | 2,1 | 0 |
| 9. | 2,5 | 2,34 | 0,16% |
| 10. | 2,8 | 2,95 | 0,13% |
| 11. | 3,3 | 3,27 | 0,03% |
| 12. | 3,5 | 3,58 | 0,08% |
| 13. | 4,5 | 4,5 | 0 |

| | | | |
|--------------------------|------|------|----------------|
| 14. | 4,75 | 4,37 | 0,38% |
| 15. | 7,1 | 6,68 | 0,42% |
| 16. | 0,23 | 0,21 | 0,02% |
| 17. | 0,45 | 0,41 | 0,04% |
| 18. | 1,2 | 1,2 | 0 |
| 19. | 1,45 | 1,45 | 0 |
| 20. | 1,4 | 1,43 | 0,03% |
| 21. | 1,7 | 1,75 | 0,05% |
| 22. | 1,63 | 1,63 | 0 |
| 23. | 1,8 | 1,8 | 0 |
| 24. | 2,5 | 2,63 | 0,13% |
| 25. | 2,8 | 2,91 | 0,11% |
| 26. | 3,3 | 3,27 | 0,03% |
| 27. | 3,5 | 3,54 | 0,04% |
| 28. | 4,8 | 4,8 | 0 |
| 29. | 4,65 | 4,36 | 0,29% |
| 30. | 7,3 | 6,94 | 0,36% |
| Rata – rata Error | | | 0,083 % |

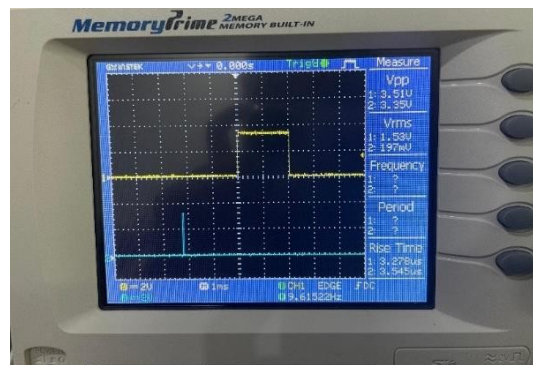
Dari Tabel 1. diatas, dilakukan pengujian sebanyak 30 kali dengan cara membandingkan berat benda menggunakan timbangan manual dan timbangan digital yang telah dibuat sehingga didapatkan hasil rata – rata error sebesar 0,083 %. Dengan nilai rata- rata error yang hanya 0,083%, dapat disimpulkan bahwa sistem pengukuran berat menggunakan sensor load cell dan modul HX711 yang dirancang memiliki tingkat akurasi yang sangat baik. Nilai error yang rendah ini menunjukkan bahwa sistem tersebut layak digunakan dalam aplikasi pengukuran berat dengan keakuratan tinggi, asalkan dilakukan kalibrasi yang tepat dan kontrol terhadap faktor eksternal yang mungkin mempengaruhi hasil pengukuran.

2.Pengujian Sensor Ultrasonik

Tujuan dari pengujian sensor ultrasonic adalah untuk membandingkan hasil pengukuran jarak antara kotak atau paket dengan sensor dan membuktikan pembacaan sensor.

Pengukuran jarak yang terbaca oleh sensor ultrasonic dilihat dengan menggunakan oscilloscope digital. Pengaturan time/div pada oscilloscope adalah 1 μ s dan pengaturan volt/div adalah 2V. Channel 1 oscilloscope dihubungkan pada pin trigger dan channel 2 oscilloscope dihubungkan pada pin echo.

Pengujian sensor dilakukan dengan cara melakukan pengukuran sebanyak lima kali untuk satu keadaan. Hal ini dilakukan untuk menguji repeatability dari pembacaan sensor ultrasonic. Kemudian masing-masing sensor ultrasonic mendapat 2 benda dengan ukuran berbeda untuk menguji ketepatan nilai baca jarak. Gambar 4.3 berikut merupakan contoh tampilan salah satu hasil pengujian sensor ultrasonic menggunakan osiloskop.



Gambar 5. Hasil Pengujian Osiloskop

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa sesaat setelah pin trigger high maka terbaca kenaikan pulsa waktu pada pin echo. Lebar pulsa echo dari high ke low merupakan jarak antara sensor dengan paket. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa jarak yang terukur sesuai dengan jarak yang sebenarnya.

3. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian alat ukur berat dan dimensi paket ini dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan bahwa semua komponen dan fungsionalitas alat bekerja dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran alat yang dibuat dengan alat komersial berupa timbangan untuk pengujian berat dan penggaris untuk pengujian dimensi (Panjang x lebar x tinggi). Pengukuran ini dilakukan sebanyak 2 kali, 1 kali menggunakan alat komersial dan 1 kali menggunakan alat yang dibuat dengan jumlah sample paket yang disiapkan adalah 15 sample dengan berat dan ukuran yang berbeda-beda. Setiap pengambilan data hasil pengukuran akan langsung terlihat pada LCD display yang ada pada modul.

Table 2. Hasil Pengujian Alat

| Ukuran dalam (cm) dan (kg) | Ukuran Asli menggunakan alat ukur komersial | | | | Ukuran pada Alat Berat dan Dimensi Paket | | | | Error (%) | | | |
|----------------------------|---|------|------|------|--|------|------|------|-----------|------|-----|-----|
| | P | L | T | B | P | L | T | B | P | L | T | B |
| Paket 1 | 16 | 23 | 16 | 3,1 | 15,4 | 23 | 15,6 | 3,14 | 3,7 | 0 | 2,5 | 1,2 |
| Paket 2 | 12,8 | 22 | 11 | 1,61 | 12,4 | 22,6 | 10,8 | 1,58 | 3,1 | 2,7 | 1,8 | 1,8 |
| Paket 3 | 13,8 | 17,2 | 6 | 1,03 | 14,1 | 17,5 | 6 | 1,03 | 2,1 | 1,7 | 0 | 0 |
| Paket 4 | 10,4 | 13,5 | 6 | 0,54 | 10 | 13,4 | 6,2 | 0,54 | 3,8 | 0,7 | 3,3 | 0 |
| Paket 5 | 15,2 | 18,6 | 9,8 | 0,41 | 15,1 | 18,1 | 9,1 | 0,41 | 0,6 | 2,6 | 7,1 | 0 |
| Paket 6 | 25 | 17 | 10,5 | 0,8 | 25,2 | 16,9 | 10,4 | 0,81 | 0,8 | 1,1 | 1,9 | 1,2 |
| Paket 7 | 11,8 | 10,3 | 6,2 | 0,20 | 12,1 | 9,6 | 5,9 | 0,20 | 1 | 6,7 | 4,8 | 0 |
| Paket 8 | 12 | 18 | 12,5 | 0,7 | 11,6 | 18,1 | 12,2 | 0,72 | 3,3 | 0,05 | 2,4 | 2,8 |
| Paket 9 | 14 | 14 | 7,7 | 0,5 | 14 | 13,9 | 7,8 | 0,52 | 0 | 0,7 | 1,2 | 4 |
| Paket 10 | 7 | 8,9 | 5 | 0,6 | 7,3 | 8,7 | 5,1 | 0,6 | 4,2 | 2,2 | 2 | 0 |
| Paket 11 | 6,5 | 11 | 7 | 1,3 | 6,5 | 11,5 | 7,3 | 1,3 | 0 | 4,5 | 4,2 | 0 |
| Paket 12 | 12,5 | 8 | 15 | 2 | 13 | 8 | 14,8 | 1,96 | 4 | 0 | 1,3 | 2 |
| Paket 13 | 9,5 | 12 | 14 | 0,45 | 9,8 | 12,3 | 14 | 0,43 | 3,1 | 2,5 | 0 | 4,4 |
| Paket 14 | 23 | 10 | 14,5 | 1,4 | 22,7 | 9,9 | 14,3 | 1,38 | 1,3 | 1 | 1,3 | 1,4 |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----|----|----|------|------|------|----|------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Paket 15 | 18 | 15 | 12 | 1,15 | 17,7 | 15,4 | 12 | 1,18 | 1,6 | 2,6 | 0 | 2,6 |
| Rata-rata Error | | | | | | | | | 2,17 | 1,93 | 2,25 | 1,42 |

Tabel 2. menunjukkan hasil perbandingan pengukuran berat dan dimensi paket menggunakan alat komersial (penggaris dan timbangan) dengan alat ukur berat dan dimensi paket yang dibuat, dapat dilihat bahwa error panjang terbesar terjadi pada paket 10 yaitu sebesar 4,2%, Error lebar terbesar terdapat pada paket 7 yaitu sebesar 6,7%, error tinggi terbesar terdapat pada paket 5 yaitu sebesar 7,1%, dan untuk Error berat terbesar terdapat pada paket 13 yaitu sebesar 4,4%. Sementara untuk nilai Error pengukuran terkecil yaitu 0. Untuk nilai Error didapatkan dengan menggunakan rumus pada persamaan 1. di bawah ini:

$$\text{Error} = \frac{\text{Nilai Asli} - \text{Nilai terukur}}{\text{Nilai Asli}} \times 100\% \quad (1.)$$

D. Penutup

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap perancangan alat ukur berat dan dimensi paket berbasis mikrokontroler dengan monitoring aplikasi telegram ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Setelah dilakukan pengujian terhadap alat ukur berat dan dimensi paket yang penulis rancang ini dapat disimpulkan pengukuran paket berbentuk kotak atau persegi panjang dengan menggunakan alat ini bisa terbilang cukup akurat dan hanya mampu mengukur berat maksimal 15-20kg dengan syarat posisi peletakan paket berada di tengah tatakan timbangan.
2. Faktor kalibrasi yang digunakan dalam sistem pengukuran ini adalah 109000.00, yang diperoleh melalui proses pengujian dan penyesuaian berdasarkan perbandingan antara data mentah dari sensor load cell dan berat referensi yang diketahui. Penentuan faktor kalibrasi ini sangat penting untuk memastikan bahwa hasil pengukuran mendekati nilai sebenarnya.
3. Pengukuran berat dapat bekerja sesuai dengan fungsinya dengan menggunakan sensor load cell, persentase rata-rata error yang terjadi pada pengukuran berat sebesar 1,42%.
4. Pengukuran dimensi dapat bekerja sesuai dengan fungsinya dengan menggunakan sensor ultrasonic, persentase rata-rata Error yang terjadi pada pengukuran panjang sebesar 2,17%, pada lebar sebesar 1,93%, dan pada tinggi sebesar 2,25%.
5. Alat ini memiliki efisiensi dalam segi waktu dan tenaga, jika dibandingkan dengan pengukuran manual, alat ini lebih efisien karena seorang pekerja hanya perlu meletakkan paket pada bidang pengukuran lalu alat akan menghitung dan mengeluarkan nilai ukuran. Jika menggunakan alat konvensional, pekerja harus melakukan 4x pekerjaan diantaranya mengukur panjang, lebar, tinggi dan berat.

Daftar Pustaka

- Gide, A. (1967). Sistem Monitoring Berat Pada Pemilah Sampah Logam Dan Nonlogam. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24.
- Maulid Himawan, R. W., & Hariadi, B. (2023). Rancang Bangun Alat Penghitung Berat dan Volume Paket Berbasis Arduino. *COMSERVA : Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 3(06), 2180–2190. <https://doi.org/10.59141/comserva.v3i06.1008>
- PENS, P. T. (2019). Modul 1 Pengenalan ESP32 Board. *MK Internet of Things*, 6, 1– 16.
- Sari, A. C., Harsono, B., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Mega, A. (2017). Rancang Bangun Alat Pengukur Berat Dan Dimensi Paket Berbasis Arduino Mega2560. *Jurnal Elektro*, 10, 107–116.

- <http://ejournal.atmajaya.ac.id/index.php/JTE/article/download/363/124/>
Sunarya, R. M. (2018). Perancangan Alat Penampung Beras Sembako Berbasis Arduino. *Perancangan Alat Penampung Beras Sembako Berbasis Arduino, September 2015*, 6–26.
- Teori, D., & Tinjauan, D. A. N. (2018).3_173310007_Bab Ii. 4–16.
- Yusuf, M., Supriyono, S., & Dwi Riyanto, S. (2024). Sistem Pengukuran Berat dan Dimensi Paket Otomatis Menggunakan Sensor Loadcell dan Sensor Ultrasonic Berbasis Mikrokontroler esp32. *Prosiding Seminar Nasional Wijayakusuma National Conference*, 4(1), 128–140.