



Jurnal Politeknik Caltex Riau

<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer>
| ISSN: 2460 – 5263 (online) | ISSN: 2443 – 4167 (print)

Sistem Pemantauan Berat Buah Kelapa Sawit Berbasis *Internet of Things (IoT)*

Wira Indani^{1*}, Agustina Elisabet Lumban Gaol², Sri Wahyuni³

¹Politeknik Caltex Riau, Teknik Elektronika Telekomunikasi

²Politeknik Caltex Riau, Teknik Elektronika Telekomunikasi

³Politeknik Caltex Riau, Teknik Elektronika Telekomunikasi

*Corresponding Author: wira@pcr.ac.id

Abstrak

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Berdasarkan data badan pusat statistik pada tahun 2021 produksi kelapa sawit merupakan produksi terbesar hasil perkebunan nasional. Provinsi Riau memiliki lahan perkebunan kelapa sawit terluas di Indonesia sebesar 2,86 juta Ha pada tahun 2021. Mayoritas penduduk di provinsi Riau melakukan kerjasama dengan tenaga kerja untuk mengelola dan memanen perkebunan kelapa sawit miliknya. Dengan lahan yang luas menimbulkan minimnya pengawasan dan sulitnya data pelaporan hasil perkebunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan timbangan digital berbasis Internet of Things (IoT) dalam hardware dan system. Sistem kerja timbangan dimulai dengan sensor loadcell yang mendeteksi massa beban, kemudian data analog yang diperoleh dikonversi ke digital oleh modul HX711 diteruskan ke mikrokontroler ESP32 dengan menggunakan jaringan wifi untuk pengiriman data ke database. Data yang terbaca oleh sensor ditampilkan pada aplikasi dan display timbangan, data yang tersimpan dapat dilihat kembali pada bagian log aplikasi.

Kata Kunci: ESP32, wifi, LCD, Internet of Things (IoT)

Abstract

Oil palm is one of the plantation commodities that has a role in Indonesia's economic development. Based on data from the central statistics agency in 2021, oil palm production is the largest production of national plantation products. Riau Province has the largest area of oil palm plantations in Indonesia amounting to 2.86 million Ha in 2021. The majority of the population in Riau province cooperates with labor to manage and harvest their oil palm plantations. With a large area of land, there is a lack of supervision and difficulty in reporting data on plantation yields. This research aims to develop Internet of Things (IoT) based digital scales in hardware and systems. The working system of the scale starts with a loadcell sensor that detects the mass of the load, then the analog data obtained is converted to digital by the HX711 module forwarded to the ESP32 microcontroller using a wifi network for data transmission to the database. Data read by the sensor is displayed on the application and display scales, stored data can be viewed again in the application log section.

Keywords: ESP32, wifi, LCD, Internet of Things (IoT)

1. Pendahuluan

Indonesia dikenal dengan negara agraris yang sebagian bermata pencaharian petani atau berkebun disebabkan keadaan tanah Indonesia yang cocok untuk ditanami bermacam jenis tanaman. Beberapa jenis tanaman perkebunan yaitu karet, kopi, kelapa sawit, teh, tembakau, dan tebu. Salah satu tanaman yang banyak ditanam di Indonesia adalah kelapa sawit. Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran strategis dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Pada tahun 2021 kementerian pertanian mencatat jumlah produksi kelapa sawit nasional sebesar 49,7 juta ton. Areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia tersebar pada 26 provinsi. Provinsi Riau memiliki lahan perkebunan kelapa sawit terluas 2,86 juta ha pada tahun 2021 atau 19,16% dari total luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Produksi kelapa sawit Riau mencapai 10,27 juta ton pada 2021 yang tercatat sebagai produksi kelapa sawit terbesar di Indonesia dan menyumbang 20,66% pada produksi nasional.

Mayoritas pendapatan penduduk di Provinsi Riau berasal dari hasil perkebunan kelapa sawit. Pemilik perkebunan tidak secara langsung mengolah lahan perkebunan kelapa sawit miliknya. Pemilik perkebunan kelapa sawit mayoritas melakukan kerja sama dengan tenaga kerja untuk mengelola dan memanen kelapa sawit miliknya. Dengan lahan yang luas maka pengawasan yang dapat dilakukan sangat minim dan sulit pelaporan data secara langsung. Minimnya pengawasan menimbulkan terjadinya kecurangan dalam data penimbangan hasil buah kelapa sawit dan pembuatan laporan data penimbangan yang tidak dapat diperoleh secara langsung sehingga tidak efisien waktu penimbangan.

Seiring dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, bidang elektronika mengalami perkembangan khususnya dalam bidang Internet of Things (IoT) yang memberikan dampak positif dan negatif. Perkembangan Internet of Things (IoT) semakin mempermudah manusia dalam menyelesaikan berbagai permasalahan kehidupan. Perkembangan Internet of Things (IoT) dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang timbul antara pemilik kelapa sawit dengan tenaga kerja. Penyelesaian masalah yang digunakan yaitu dengan membuat menggunakan pengembangan timbangan digital sehingga lebih efisien waktu dan akurat. Pemilik perkebunan kelapa sawit membutuhkan waktu yang lama dalam menerima hasil penimbangan buah kelapa sawit miliknya. Untuk melakukan penimbangan hasil panen buah kelapa sawit dengan luas $20m^2 \times 100m^2$ membutuhkan waktu sekitar 2 jam jika menggunakan timbangan konvensional. Dengan pembuatan timbangan digital maka lebih efisien dalam waktu dan akurat. Timbangan digital menggunakan sensor loadcell sebagai sensor timbangan dan modul micro-SD sebagai penyimpanan data [1].

Penelitian terdahulu mengenai penerapan bluetooth pada timbangan digital yang mampu mencatat hasil dan membagikan data berbasis arduino. Data yang dibaca oleh sensor loadcell diolah oleh arduino dan dikirim ke smartphone melalui Bluetooth sehingga pencatatan tidak perlu dilakukan secara manual dan lebih efisien dalam penggunaan waktu [5]. Pencatatan hasil timbangan secara manual sering mengakibatkan operator timbangan salah memasukkan nilai bruto dan neto. Untuk mendapatkan hasil yang akurat dari timbangan tersebut maka dibutuhkan suatu sistem yang dapat merekam di timbang secara realtime. Pengambilan data timbangan tersebut akan terekam secara otomatis dan disimpan ke dalam database. Riwayat hasil dari timbangan tersebut dapat diakses oleh user dan dibuat dalam bentuk laporan [2]. Kemudian pada penelitian [7] membuat sebuah sistem pengiriman data masa penimbangan buah kelapa sawit berbasis Internet of Things (IoT). Sistem yang dibuat dapat menampilkan data hasil penimbangan buah kelapa sawit pada aplikasi yang telah dirancang sehingga pemilik perkebunan dapat mengetahui hasil penimbangan buah kelapa sawit miliknya secara jarak jauh.

Pengembangan alat timbangan digital dengan kemampuan tambahan yang dibutuhkan yaitu tampilan *history* pada aplikasi dan dapat di akses semua jenis android. Oleh sebab itu diperlukan pengembangan timbangan digital. Pada perangkat keras (*hardware*) digunakan sensor *loadcell*

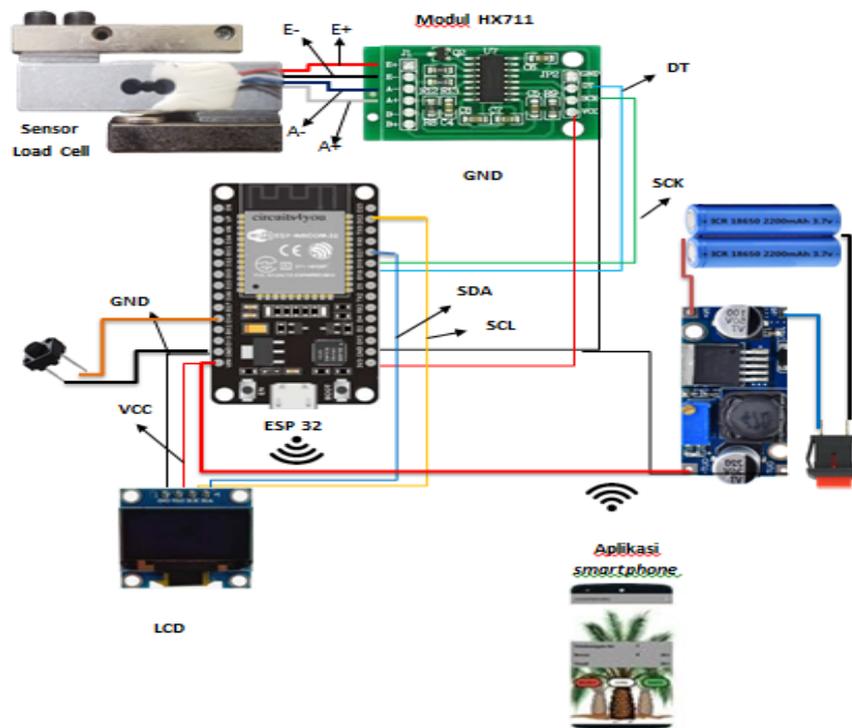
untuk mendeteksi massa buah kelapa sawit [3], mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama menggunakan bahasa C [4], HX711 untuk mengkonversikan data analog ke data digital [6], LCD untuk menampilkan massa yang terdeteksi oleh sensor *loadcell*.

1. Perancangan

Perancangan termasuk dalam proses pembuatan software dan hardware dengan tujuan mempermudah proses pengerjaan software dan hardware. Tahapan perancangan terdiri dari beberapa bagian yaitu:

2.1 Perancangan Keseluruhan

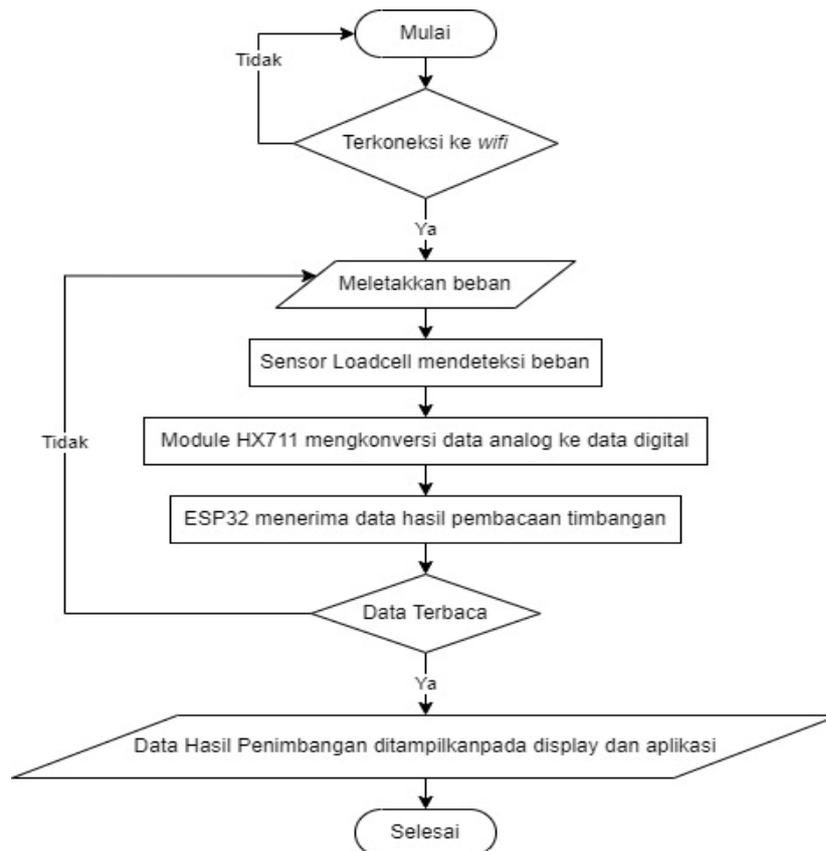
Beban yang diletakkan pada timbangan akan dideteksi oleh sensor *load cell* dengan adanya tekanan kemudian dihubungkan dengan HX711 yang akan mengkonversikan data analog ke data digital. Dari modul HX711 ini dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32 sehingga data yang telah dikonversi akan diteruskan ke mikrokontroler ESP32 sebagai pengendalian keseluruhan sistem. Data hasil pembacaan ditransfer melalui jaringan *wifi* yang telah terhubung sesaat sebelum *loadcell* melakukan pembacaan nilai beban. Kemudian laporan data hasil penimbangan akan ditampilkan pada LCD dan tampilan aplikasi. Laporan data penimbangan dapat dilihat kembali pada bagian log aplikasi. untuk yang akan menampilkan data hasil penimbangan buah kelapa sawit.



Gambar 1. Perancangan Keseluruhan

2.2 Flowchart Cara Kerja

Menghubungkan Timbangan yang telah dirancang ke jaringan *wifi*. Meletakkan beban pada timbangan yang akan dideteksi oleh sensor *loadcell* dengan adanya tekanan kemudian dihubungkan dengan HX711 untuk mengkonversikan data analog ke data digital. Dari modul HX711 ini dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32 sehingga data yang telah dikonversi akan diteruskan ke mikrokontroler ESP32. Jika data tidak terbaca maka akan ke proses awal meletakkan beban. Jika data terbaca maka data hasil penimbangan dapat ditampilkan pada LCD dan aplikasi.



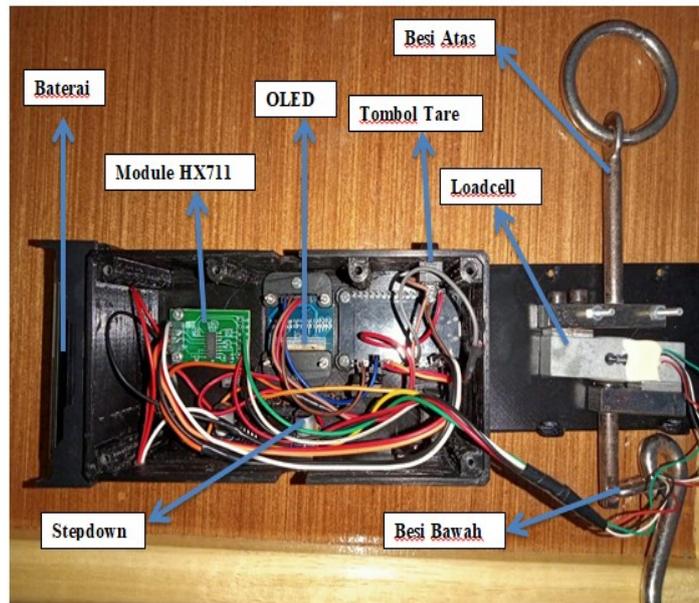
Gambar 2. Cara Kerja

2. Hasil dan Pembahasan

Bab ini membahas tentang hasil pengujian timbangan digital berbasis *Internet of Things (IoT)* yang telah dilaksanakan untuk melihat apakah timbangan dan sistem aplikasi yang telah dirancang dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

3.1 Hasil Perancangan *Hardware*

Perancangan *hardware* diawali dengan merangkai mikrokontroler ESP32 dengan module HX711 yang telah dihubungkan ke sensor *loadcell*. Kemudian menghubungkan ESP32 dengan Oled yang dimana Oled berfungsi untuk menampilkan data penimbangan buah kelapa sawit yang sedang ditimbang. Berikut hasil perancangan *hardware* Timbangan digital berbasis *Internet of Things (IoT)*.



Gambar 3. Hasil Perancangan Hardware

Berikut komponen dan kegunaan dari hardware yang telah dirancang:

1. Mikrokontroler ESP32
Mikrokontroler ESP32 merupakan pengendali utama untuk menerima dan memproses data yang diperoleh dari sensor loadcell yang digunakan pada penimbangan.
2. Sensor *Loadcell*
Sensor *Loadcell* berfungsi untuk mendeteksi massa dari beban yang sedang ditimbang. Kabel berwarna hitam dihubungkan ke E- pada modul HX711. Kabel berwarna hijau dihubungkan ke A- pada modul HX711. Kabel berwarna putih dihubungkan ke A+ pada modul HX711.
3. Module HX711
Modul HX711 merupakan komponen yang digunakan untuk mengkonversikan data analog yang diterima dari sensor loadcell menjadi data digital yang akan diterima oleh ESP32.
4. Oled
Oled yang dihubungkan dengan ESP32 bertujuan sebagai media display output mikrokontroler yang menampilkan data hasil pembacaan timbangan yang sedang dideteksi sensor loadcell.
5. Stepdown
Pada alat digunakan stepdown IC LM2596 berfungsi untuk menurunkan tegangan menjadi 5V. Pada timbangan yang telah dirancang pin input positif dihubungkan ke positif baterai dan input negative dihubungkan ke kaki pushbutton.
6. Push button
Pada timbangan yang dirancang digunakan push button yang digunakan tipe NO (*normally open*), tombol akan high ketika ditekan maka arus akan mengalir sedangkan saat tombol dilepaskan maka arus akan terputus. Push button yang pada alat ada 2 yaitu tombol tara dan tombol untuk menyalakan timbangan. Tombol merah digunakan sebagai tombol on/off timbangan, dimana kaki push button ini di hubungkan ke negative baterai dan in- stepdown.

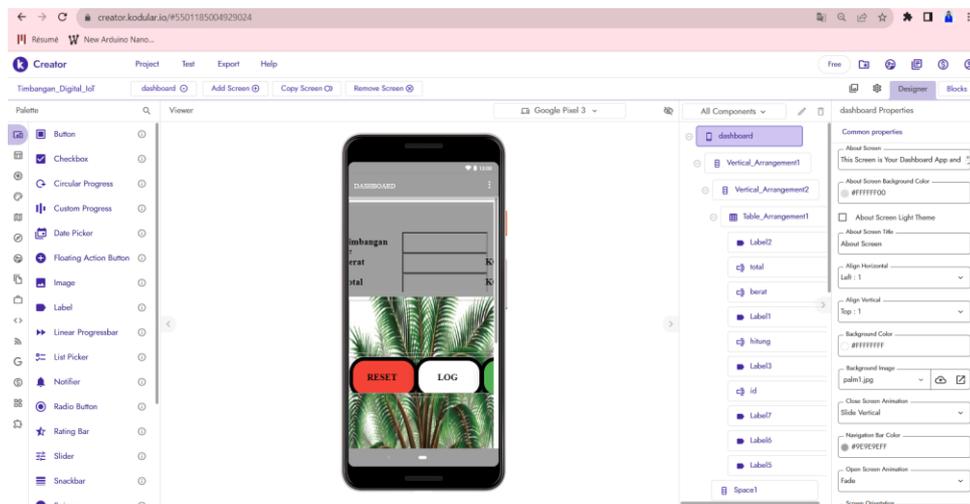
Tombol atau saklar SPST yang bersimbol 0 1 digunakan sebagai tombol tara untuk mereset timbangan.

7. Baterai

Timbangan yang telah dirancang menggunakan baterai sebagai supply. Baterai yang digunakan dengan tegangan sama dengan atau lebih besar 5V.

3.2 Hasil Perancangan Aplikasi

Software yang telah dirancang berupa aplikasi yang dapat menampilkan data hasil penimbangan buah kelapa sawit secara *realtime* sehingga dapat dipantau dari jarak jauh. Aplikasi dirancang menggunakan *platform* Kodular.



Gambar 4. Hasil Perancangan Aplikasi

Pada kodular terdapat dua bagian yaitu *blocks* dan *design*. Menggambarkan bagian design yang digunakan untuk membentuk tampilan aplikasi yang dirancang. Bagian design juga terdapat beberapa fasilitas seperti button, clock, layout

3.3 Pengujian Selisih, Error, Akurasi

Untuk memperoleh data selisih, error, akurasi dari sensor *loadcell* dilakukan dengan 2 cara yaitu pengujian dengan menggunakan beban yang sama dan pengujian menggunakan beban bervariasi. Pengujian dilakukan berulang ulang menggunakan sensor *loadcell* pada timbangan yang telah dirancang. Pengujian yang dilakukan sebanyak 60 kali dengan beban yang sama dan digunakan 4 varian beban. Pengujian selisih, eror dan akurasi dilakukan untuk memastikan bahwa timbangan berfungsi dengan benar dan memberikan hasil yang akurat. Pengujian akurasi timbangan membantu memastikan kualitas yang konsisten. Akurasi juga memberikan informasi tentang apakah nilai kalibrasi yang digunakan sudah tepat. Jika timbangan menunjukkan kesalahan yang signifikan maka harus dilakukan pengecekan komponen dan nilai kalibrasi yang digunakan pada program. Nilai kalibrasi yang digunakan pada setiap *loadcell* berbeda beda.

Berikut merupakan grafik dari data yang telah diperoleh saat pengujian:



Gambar 5. Grafik Selisih Penimbangan

Hasil perhitungan nilai selisih, eror, dan akurasi menggunakan beban yang sama dapat diperoleh dengan persamaan berikut :

$$Selisih = |X_n - Y_n|$$

$$Selisih = |10.25 - 10.45|$$

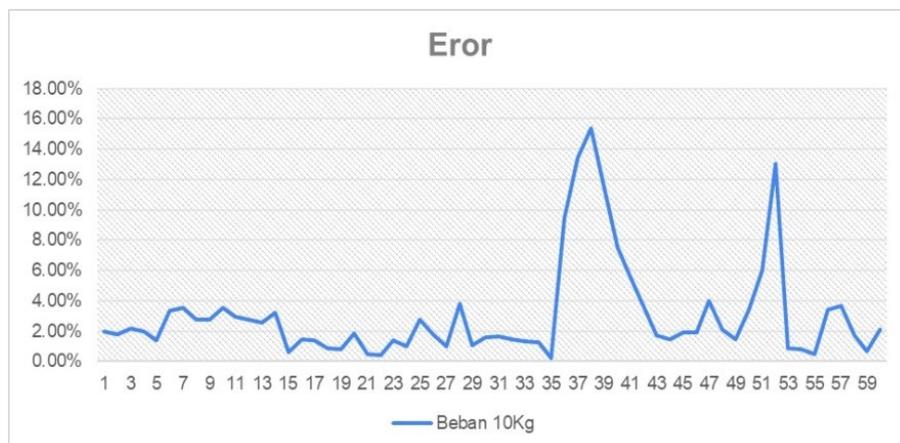
$$Selisih = 0.20$$

Untuk memperoleh nilai selisih rata-rata maka digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Selisih\ rata - rata = \left| \frac{Total\ nilai\ selisih}{Jumlah\ pengujian} \right|$$

$$Selisih\ rata - rata = \left| \frac{18.73}{60} \right|$$

$$Selisih\ rata - rata = 0,31$$



Gambar 6. Grafik Eror Penimbangan

Persamaan penghitungan nilai eror:

$$Error = \left| \frac{(X_n - Y_n)}{X_n} \right| \times 100\%$$

$$Error = \left| \frac{(10.25 - 10.45)}{10.25} \right| \times 100\%$$

$$Error = 1.95\%$$

Sedangkan *Error* rata – rata dihitung menggunakan persamaan:

$$Error \text{ rata – rata} = \left| \frac{Total \text{ nilai eror}}{Jumlah \text{ pengujian}} \right|$$

$$Error \text{ rata – rata} = \left| \frac{181.53}{60} \right|$$

$$Error \text{ rata – rata} = 3.03\%$$



Gambar 7. Grafik Akurasi Penimbangan

Persamaan penghitungan nilai Akurasi:

$$Akurasi = 100\% - \%Error$$

$$Akurasi = 100\% - 1.95\%$$

$$Akurasi = 98.05\%$$

Sedangkan akurasi rata – rata dihitung menggunakan persamaan:

$$Akurasi \text{ rata – rata} = \left| \frac{Total \text{ nilai Akurasi}}{Jumlah \text{ pengujian}} \right|$$

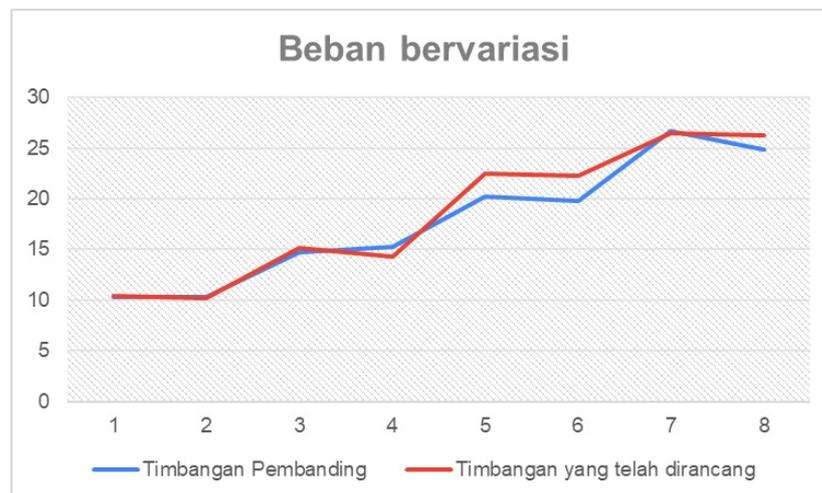
$$\text{Akurasi rata - rata} = \left| \frac{5818.47}{60} \right|$$

$$\text{Akurasi rata - rata} = 96.97\%$$

Dari data pengujian yang diperoleh dengan cara melakukan penimbangan secara berulang sebanyak 60 kali dengan beban yang sama, hasil pengujian menunjukkan variasi antara pengukuran berulang dengan selisih yang berkisar 0.02 hingga 1.59 bahwa timbangan yang telah dirancang memiliki rentang selisih yang relative masih kecil. Sebagian besar data hasil pengujian memiliki eror yang memiliki rentang tidak tinggi menunjukkan bahwa hasil pengujian timbangan yang telah dirancang mendekati nilai seharusnya dengan tingkat akurasi yang relative tinggi. Rata-rata akurasi dari hasil pengujian dengan beban 10 kg sebesar 99.98%. Hasil pengujian terdapat data dengan selisih yang cukup besar, namun nilai akurasi yang diperoleh masih dalam rentang akurasi 80% dan mendekati nilai yang diharapkan. Secara keseluruhan data pengujian yang diperoleh menunjukkan bahwa timbangan yang telah dirancang memiliki pembacaan yang relative baik dengan nilai mendekati nilai dari pengujian timbangan pembandingan. Ada beberapa variasi dalam data pengujian dengan rentang yang wajar dan eror sehingga timbangan yang telah dirancang memberikan hasil pengukuran yang memiliki akurasi tidak rendah.

3.4 Pengujian *Reliability* Sensor *Loadcell*

Reliability merupakan ketepatan atau keakuratan dari suatu pengukuran. Suatu hasil pengukuran atau pembacaan alat ukur dapat dipercaya apabila dari beberapa pengujian yang dilakukan terdapat nilai pembacaan yang sama. Pada pengujian *reliability* sensor *loadcell* dilakukan dengan metode tes ulang atau pengujian berulang ulang dengan nilai beban yang sama dan menggunakan beban yang bervariasi.



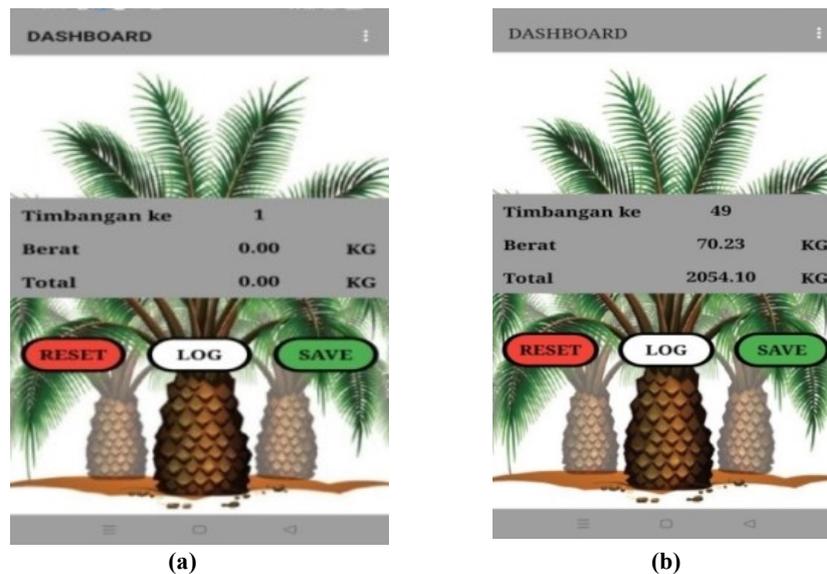
Gambar 8. Grafik pengujian *reliability*

Hasil pengujian *reliability* dilakukan dengan metode pengujian berulang, dimana pengujian *reliability* dilakukan sebanyak 240 kali dengan berat yang bervariasi. Setiap beban dilakukan 60 kali pengujian untuk melihat *reliability* pada beban yang sama. Berdasarkan data pengujian yang diperoleh dari 240 pengujian disimpulkan bahwa perbandingan nilai setiap data relative merdekati pembacaan timbangan yang telah dirancang seharusnya. Dalam pengujian *reliability*,

penting untuk mempertimbangkan factor-faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya selisih penimbangan atau eror pada pembacaan berat buah kelapa sawit, diantaranya penempatan buah kelapa sawit yang tidak sama saat melakukan penimbangan menggunakan timbangan pembanding dan timbangan yang telah dirancang. Perbedaan peletakan buah kelapa sawit saat penimbangan berpengaruh pada tekanan yang diberikan pada *loadcell* sehingga memberikan pengaruh pada terhadap nilai penimbangan yang diperoleh. Selain posisi peletakan buah kelapa sawit, ketidakstabilan alas timbangan buah kelapa sawit juga mempengaruhi pembacaan sensor *loadcell*. Ketidakstabilan jaringan *wifi* juga mempengaruhi waktu yang digunakan untuk memperoleh hasil pembacaan sensor *loadcell*.

3.5 Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi yang telah dirancang dapat menampilkan data penimbangan sesuai dengan data penimbangan yang ditampilkan pada display timbangan. Pengujian aplikasi juga bertujuan untuk mengetahui apakah fitur-fitur yang terdapat dalam aplikasi dapat bekerja dengan sesuai yang diharapkan atau tidak. Pada pengujian aplikasi, data massa penimbangan yang sedang dideteksi oleh sensor *loadcell* akan dikirim menggunakan jaringan *wifi* dan ESP32 sebagai media pengirim yang telah terkoneksi terlebih dahulu pada timbangan. Data yang diterima firebase akan disimpan pada data logger (*google drive*). Setelah firebase menerima data penimbangan, maka aplikasi yang telah dirancang akan mengakses data penimbangan pada firebase dan aplikasi akan menampilkan seperti gambar dibawah.



Gambar 9. Tampilan Aplikasi (a) sebelum beban dinaikkan pada timbangan, (b) sesudah dianikkan beban pada timbangan

Data massa penimbangan yang di tampilkan pada aplikasi merupakan hasil pembacaan dari sensor *load cell*, jika sensor *load cell* sedang melakukan pembacaan massa beban yang sedang di timbang, maka data masa data masa tersebut akan di tanpilkan pada aplikasi, namun jika sensor *load cell* tidak sedang melakukan pembacaan massa suatu beban atau sedang tidak melakukan penimbangan suatu beban, maka aplikasi akan menampilkan angka 0.00. tampilan data massa penimbangan pada aplikasi akan berubah jika terjadi perubahan pembacaan sensor *load cell* yang terdeteksi.

Dari gambar tampilan aplikasi dapat di simpulkan bahwa aplikasi yang telah dirancang dapat bekerja dengan baik, yang dimana ditandai dengan data massa penimbangan dari sensor load cell yang di kirim ke *firebase* dapat di akses oleh aplikasi android, sehingga aplikasi dapat menampilkan data timbangan.

3. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian Sistem Pemantauan Berat Buah Kelapa Sawit Berbasis *Internet of Things (IoT)*, maka dapat disimpulkan bahwa sensor *loadcell* dapat mendeteksi dan membaca massa penimbangan buah kelapa sawit hingga batas maksimum yaitu 200 kg. Nilai presentase akurasi 96.97% dengan beban yang digunakan sama secara 60 kali pengujian. Nilai presentase selisih rata rata pada pengujian menggunakan beban yang sama sebesar 0.31 dengan 60 kali pengujian. Nilai presentase Error rata-rata pada 60 kali pengujian dengan berat beban penimbangan yang sama sebesar 3%. Aplikasi yang telah dirancang dapat digunakan pada semua jenis android.

Daftar Pustaka

- [1] Aliyanto, A. N., Saleh, M., & Hartoyo, A. (n.d.). Perancangan Sistem Timbangan Digital Berbasis Arduino Mega 2560.
- [2] Setiawan, F. O., & Firdaus, A. (2018). Pengembangan Aplikasi Timbangan Berat Produk. *Jurnal Petik*, 4(1), 1.
- [3] Harianja, E. (2019). Rancang Bangun Timbangan Digital berbasis Sensol Load cell 100 Kg menggunakan Mikrokontroler Atmega 328.
- [4] Pravalika, V., & Prasad, C. R. (2019). Internet of Things Based Home Monitoring and Device Control Using Esp32. July.
- [5] Putra Prakasa, Mohammad Iqbal, Solekhan, A. (2019). Implementasi Bluetooth Pada Rancang Bangun Timbangan Digital Untuk Pencatatan Hasil Penjualan Berbasis Arduino. *Prosiding SNATIF Ke-6 Tahun 2019*, 51–56. <https://conference.umk.ac.id/index.php/snatif/article/view/128>
- [6] Sianturi, A. H. (2018). Universitas Sumatera Utara Skripsi. Analisis Kesadahan Total Dan Alkalinitas Pada Air Bersih Sumur Bor Dengan Metode Titrimetri Di PT Sucofindo Daerah Provinsi Sumatera Utara, 44–48.
- [7] Wahyudi, A. (2022). Sistem Pengiriman Data Massa Penimbangan Buah Kelapa Sawit berbasis Internet of Things (IoT).