Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN : 2723-7052**
Vol. 7, No.2, Desember 2026, Hal 16-26
https://doi.org/10.53695/jm.v7i2.1662

Perancangan Dan Implementasi Sistem Penimbangan Dan Pengadukan Adonan Berbasis Sensor *Load Cell* Pada *Smart Food Processing* Produk Keciput

Muhammad Naufal Irsyad[1]*, Mohammad Iqbal[2], Muhammad Dicky Hartanto[3], Fachrureza Adani Arban[4]
[1,2,3,4)] Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus, Jalan Lingkar Utara, Desa Gondangmanis, Kecamatan Bae, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah 59327, Indonesia
*Corresponding Author
Email: mnaufalirsyad9@gmail.com

ABSTRACT
This study aims to design and develop an automatic weighing and dough mixing system for keciput based on a load cell sensor. The main problem lies in manual measurement and mixing processes, which result in low accuracy, inconsistency, and inefficiency. Therefore, an automated system is required to improve precision and efficiency in the production process. The method used in this study is Research and Development (R&D), which includes system design, implementation, and testing. The weighing process utilizes a load cell sensor with an HX711 module, processed by an ESP32 microcontroller, and displayed on a 20x4 I2C LCD. After weighing, the process continues with automatic dough mixing using a motor-driven system to produce stable rotation. The test results show that the system performs well with an average error of 5.2% compared to a digital scale as a reference. The mixing system is also able to mix the ingredients evenly. Therefore, the developed system can improve accuracy, consistency, and efficiency in keciput production.

Keywords *: load cell, HX711, ESP32, automatic weighing, dough mixer, keciput*

1. PENDAHULUAN

Keciput merupakan salah satu jenis makanan ringan berupa kue kering yang dibuat dengan bahan utama tepung ketan. Produk ini banyak dijumpai di pasaran dan umumnya memiliki bentuk serta cita rasa yang relatif seragam. Secara tampilan, keciput berbentuk bulat menyerupai kue onde-onde, namun perbedaannya terletak pada isi, di mana keciput tidak menggunakan isian pasta kacang seperti pada onde-onde [1].

Bahan dasar dalam pembuatan keciput meliputi tepung ketan, telur, biji wijen, gula pasir, garam, air, dan santan. Proses pembuatannya diawali dengan pencampuran seluruh bahan hingga tercampur secara merata. Setelah adonan mengembang, adonan dibentuk sesuai keinginan, seperti bulat atau oval, kemudian dilapisi dengan biji wijen dan dilanjutkan ke tahap penggorengandala [2]. Tingkat kematangan keciput ditandai dengan perubahan warna menjadi cokelat keemasan.

Keciput umumnya dipasarkan dengan harga sekitar Rp25.000 per kemasan 500 gram untuk varian rasa original, sedangkan untuk varian rasa seperti cokelat berkisar antara Rp28.000 hingga Rp30.000 per kemasan 500 gram. Selain itu, keciput juga diproduksi dalam skala kilogram, di mana untuk kemasan 5 kg dijual dengan harga yang relatif lebih rendah, yaitu sekitar Rp200.000 hingga Rp220.000. Harga yang lebih terjangkau pada skala besar ini disebabkan oleh kebutuhan pengemasan ulang serta proses distribusi lanjutan.

Dalam proses produksinya, penerapan *Good Manufacturing Practice* (GMP) menjadi hal yang penting untuk menjamin keamanan dan mutu produk pangan. GMP merupakan pedoman atau prosedur yang mengatur proses produksi agar produk yang dihasilkan aman, berkualitas, dan layak dikonsumsi. Sistem ini diterapkan oleh perusahaan

pengolahan makanan sebagai standar dalam menjaga kualitas produksi, sehingga setiap tahapan produksi harus memenuhi ketentuan GMP yang berlaku [3].

Load cell merupakan suatu transduser elektronik yang berfungsi untuk mengubah besaran fisik berupa gaya atau beban menjadi sinyal listrik. Prinsip kerjanya didasarkan pada perubahan nilai resistansi akibat adanya gaya tekan yang diterima sensor. Perubahan resistansi tersebut kemudian diolah menggunakan rangkaian jembatan *Wheatstone* yang terintegrasi dalam modul HX711. Rangkaian ini bekerja dengan mendeteksi perubahan kecil pada resistansi dan mengubahnya menjadi sinyal tegangan yang proporsional, sehingga dapat dibaca dan diproses lebih lanjut oleh sistem elektronik [4].

Permasalahan utama yang muncul adalah adanya kesenjangan antara kebutuhan produksi yang konsisten dan efisien dengan kondisi di lapangan yang masih bergantung pada tenaga kerja manual. Penakaran bahan yang dilakukan secara manual berpotensi menimbulkan ketidaktepatan takaran, sehingga komposisi adonan menjadi tidak seragam dan berdampak pada kualitas produk yang dihasilkan. Selain itu, proses pengadukan yang dilakukan secara manual juga membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar serta tidak dapat ditinggalkan selama proses berlangsung. Keterbatasan tenaga kerja serta tuntutan efisiensi waktu menjadi kendala dalam meningkatkan kapasitas produksi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem otomatis yang mampu menjembatani kesenjangan antara kebutuhan dan kondisi yang ada. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem penimbangan bahan komposisi keciput secara otomatis sesuai resep menggunakan sensor *load cell* berkapasitas 10 kg dengan kapasitas bahan maksimal 3 kg. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan konsistensi dalam penakaran bahan [5]. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan mekanisme pengadukan adonan secara otomatis menggunakan dinamo motor mesin cuci berdaya 150W dengan kapasitor 10 µF, sehingga proses pencampuran dapat berlangsung lebih efisien dan menghasilkan adonan yang tercampur merata [6].

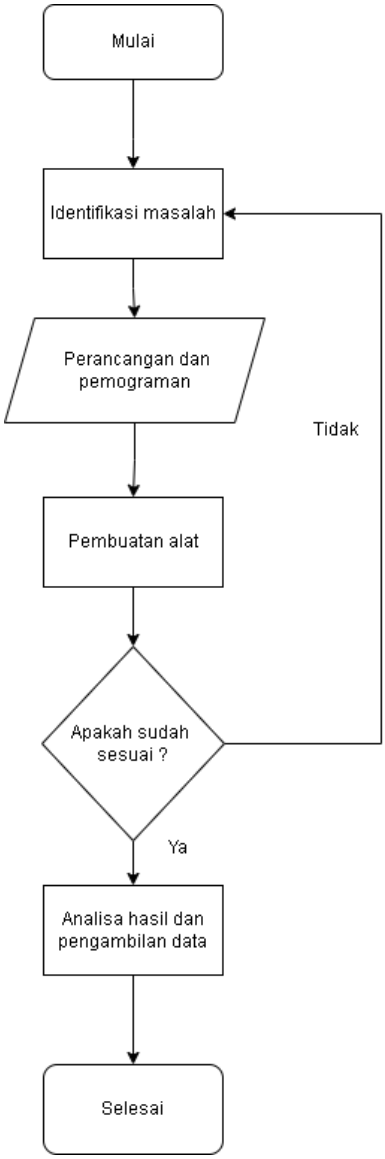
Sistem penimbangan dirancang menggunakan sensor *load cell* sebagai pendeteksi berat bahan, dengan modul HX711 sebagai penguat sinyal sekaligus konverter analog ke digital [7]. Data hasil pembacaan diproses oleh mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sistem dan ditampilkan melalui LCD 20x4 I2C sebagai antarmuka visual. Integrasi sistem penimbangan dan pengadukan ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi proses produksi, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja, serta menghasilkan produk keciput dengan kualitas yang lebih konsisten.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dalam proses perancangan dan pengembangan produk. Metode ini digunakan untuk merancang alat serta mengevaluasi kinerja sistem yang dihasilkan. Tahapan penelitian diawali dengan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan sistem, kemudian dilanjutkan dengan proses perancangan, pembuatan, dan pengujian alat guna memastikan sistem yang dikembangkan dapat bekerja secara efektif sesuai tujuan penelitian.

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN : 2723-7052**
Vol. 7, No.2, Desember 2026, Hal 16-26
https://doi.org/10.53695/jm.v7i2.1662



Gambar 1. Diagram Alur Proses Kegiatan

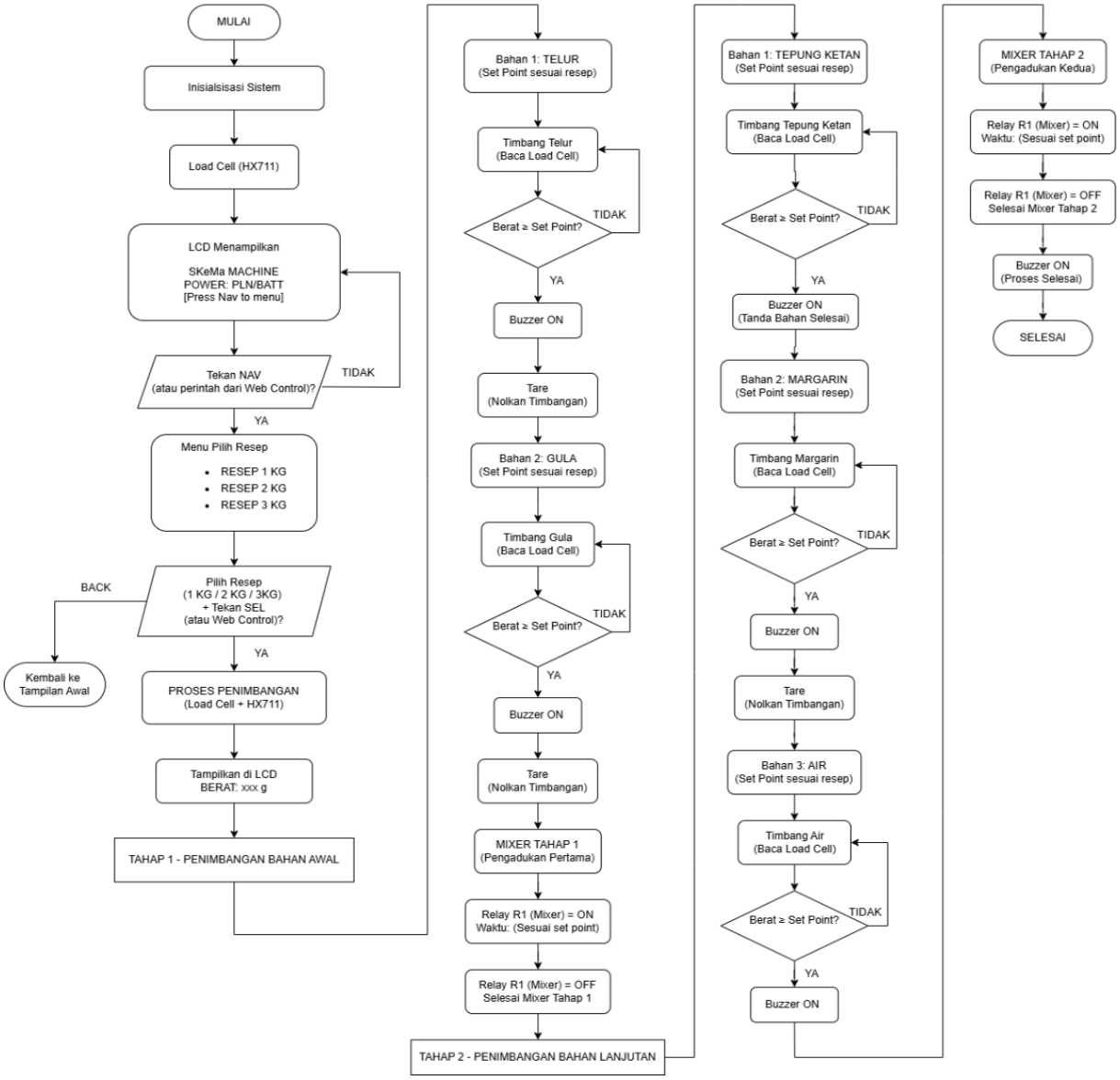
2.2. Perancangan dan Pemrograman

Langkah awal dimulai dengan menentukan cara kerja sistem. Untuk memudahkan pemahaman dan mempermudah pembuatan kode pemrograman dibuat *flowchart* yang dapat dilihat pada gambar 2.

Sistem penimbangan pada penelitian ini menerapkan konsep *client-server* berbasis *Internet of Things* (IoT). ESP32 terhubung ke jaringan WiFi melalui *router* untuk mengirim dan menerima data sistem [8].

Pada sistem penimbangan, sensor *load cell* digunakan untuk mendeteksi berat bahan adonan keciput. Sinyal keluaran *load cell* masih berupa sinyal analog dengan nilai kecil sehingga diproses terlebih dahulu oleh modul HX711 sebagai penguat sinyal dan konverter analog ke digital [9]. Data digital dari HX711 kemudian dibaca dan diproses oleh ESP32 menjadi nilai berat dalam satuan gram berdasarkan hasil kalibrasi yang telah dilakukan.

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN : 2723-7052**
Vol. 7, No.2, Desember 2026, Hal 16-26
https://doi.org/10.53695/jm.v7i2.1662

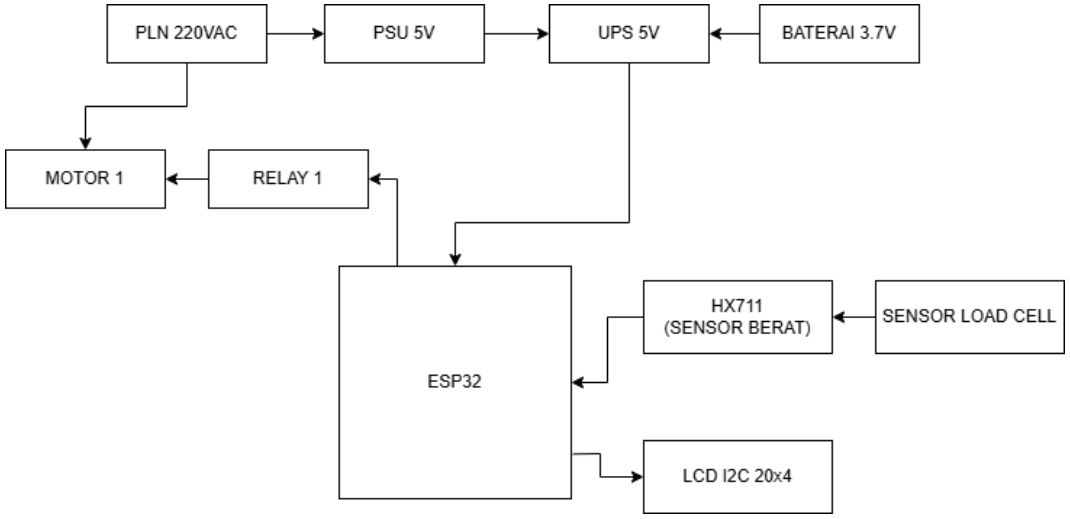


Gambar 2. *Flowchart* Cara Kerja

2.3. Pembuatan Alat

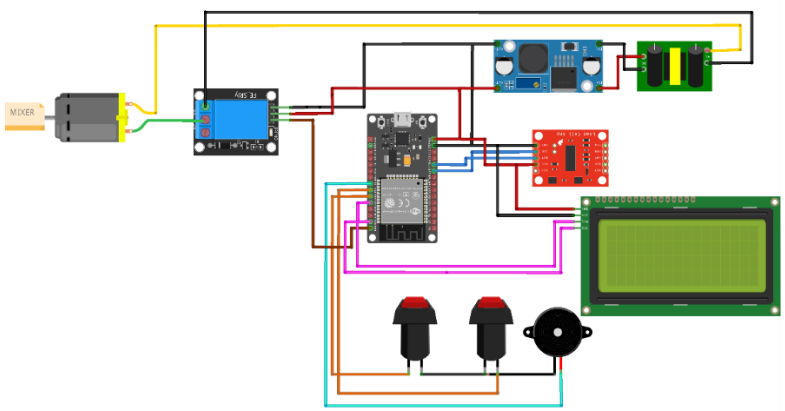
Gambar 3. menunjukkan diagram blok sistem penimbangan dan pengadukan adonan keciput otomatis berbasis sensor *load cell.* Sistem menggunakan sumber tegangan dari PLN 220 VAC yang dihubungkan ke PSU 5V dan PSU 12V. Tegangan 5V digunakan untuk menyuplai ESP32 melalui UPS 5V dan baterai 3,7V sebagai cadangan daya, sedangkan tegangan 12V digunakan untuk mengaktifkan motor melalui relay. Sensor *load cell* yang terhubung dengan modul HX711 digunakan untuk mendeteksi berat bahan adonan, kemudian data diproses oleh ESP32 dan ditampilkan pada LCD 20x4 I2C.

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN : 2723-7052**
Vol. 7, No.2, Desember 2026, Hal 16-26
https://doi.org/10.53695/jm.v7i2.1662



Gambar 3. Diagram Blok

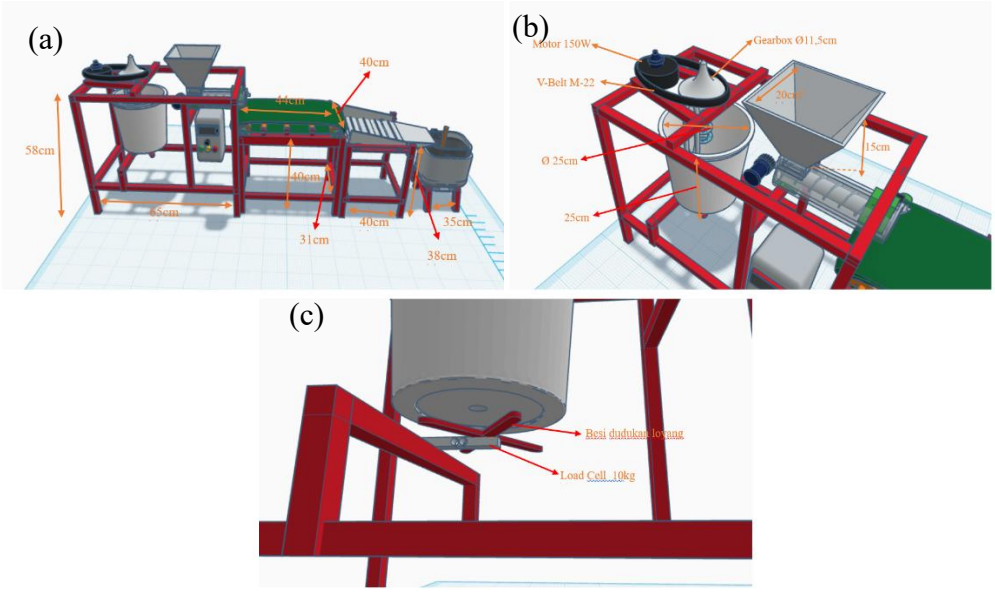
Selanjutnya adalah membuat skema rangkaian yang dapat dilihat pada gambar 4. Yang merupakan rangkaian pengkabelan yang akan disusun pada perangkat keras. ESP32 berfungsi sebagai otak pengendali untuk modul HX711, sensor MAX6675 dan relay, yang berperan sebagai saklar untuk menggerakkan motor[10]. LED berfungsi sebagai indikator WiFi: jika WiFi terhubung, LED akan mati, dan jika WiFi terputus atau belum terkoneksi, LED akan menyala.



Gambar 4. Diagram Rangkaian

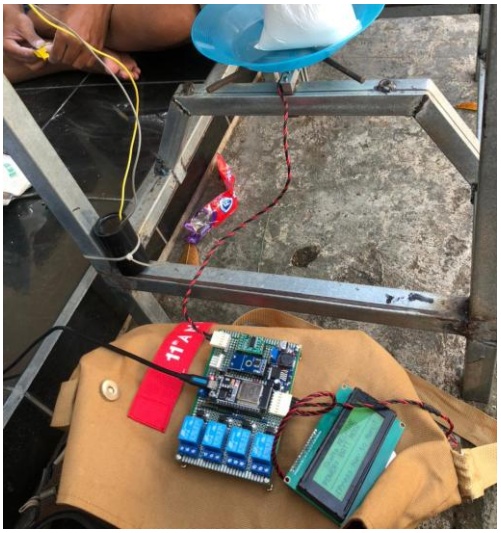
Desain perancangan alat ditampilkan pada gambar 5(a). menunjukkan tampak samping mesin keciput, sementara gambar 5(b). menampilkan desain bagian pengaduk *(mixer)*. Untuk menempatkan perangkat keras, diperlukan desain yang memadai agar mempermudah proses perakitan keseluruhan. Sensor *load cell* (gambar 5(c).) diposisikan di bawah loyang adonan dengan bertumpu pada kerangka mesin, bagian beban (ujung sensor sebaliknya) pada loyang diberi dudukan berupa besi silang untuk tempat loyang.

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN : 2723-7052**
Vol. 7, No.2, Desember 2026, Hal 16-26
https://doi.org/10.53695/jm.v7i2.1662



Gambar 5. Desain Perancangan Alat (a) Tampak samping, (b) Bagian *Mixer*, (c) Bagian *Load Cell*

Hasil pemasangan *wiring* pada perangkat keras dapat dilihat pada gambar 6. yang telah disusun sesuai dengan rangkaian sesuai gambar 4.



Gambar 6. Pemasangan *Wiring* pada Perangkat Keras

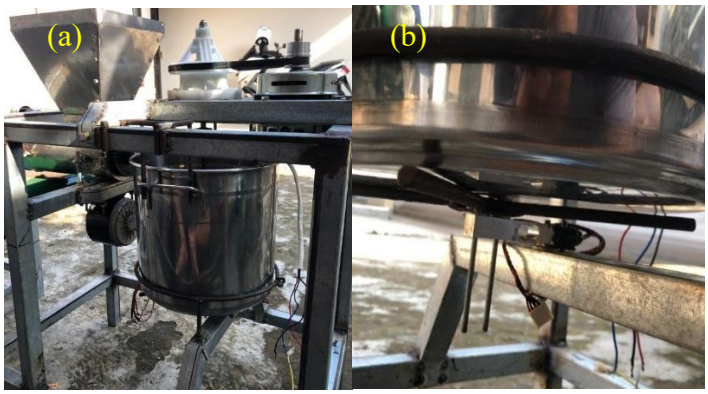
Pemasangan *output* dari ESP32 dilakukan menggunakan soket dan terminal blok agar kabel tetap rapi dan memudahkan boangkar pasang saat perawatan, dengan kaki ESP32 yang dimasukkan ke pin *header* dan disolder pada PCB.

3. HASIL DAN DISKUSI

Pada gambar 7(a). merupakan hasil dari pemasangan komponen pada bagian *mixer* dimana komponen pada kerangka meliputi komponen seperti motor 150 Watt, *gearbox* diameter puli 11,5cm dan kapasitor 10uF. Sementara pada gambar 7(b). merupakan hasil

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN : 2723-7052**
Vol. 7, No.2, Desember 2026, Hal 16-26
https://doi.org/10.53695/jm.v7i2.1662

perancangan dari sistem penimbangan adonan dengan komponen utama *load cell*. Sensor *load cell* memiliki 2 sisi, satu sisi tumpuan dan satu untuk sisi beban. Pada bagian tumpuan dipasang pada kerangka mesin sedangkan pada sisi beban diberi penyangga yang sudah dikalibrasi agar loyang tetap pada posisi lurus saat proses pengadukan.



Gambar 7.(a) Hasil Perancangan *Mixer*, (b) Hasil Perancangan *Load Cell*

3.1. Hasil Pengujian Sensor Load Cell

Pengujian sensor *Load Cell* dilakukan dengan membandingkan nilai berat yang terbaca pada sensor *Load Cell* dengan nilai berat yang terbaca pada timbangan digital. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur berat menggunakan timbangan digital dengan nilai yang bervariasi.

Hasil pengujian perbandingan sensor *Load Cell* dan alat ukur dalam mengukur berat ditunjukkan pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1. Hasil Perbandingan Sensor *Load Cell*

Uji Coba	Nilai Berat *Load Cell* (kg)	Nilai Berat Timbangan *Digital* (kg)	*Error* (%)	Akurasi (%)
1	5,2	5	4	96
2	4	4	0	100
3	3,2	3	7	93
4	2,1	2	5	95
5	1,1	1	10	90
Rata-rata			5,2	94,8

Berat berdasarkan Tabel 1. diuji dengan melakukan pengukuran sensor sebanyak 3 kali pada setiap kondisi. Dari pengujian tersebut, diketahui bahwa nilai pembacaan sensor dan alat ukur memiliki sedikit perbedaan. Rata-rata *error* antara nilai pembacaan sensor dengan alat ukur adalah sebesar 5,2 %, dan tingkat akurasi mencapai 94,8%. Berdasarkan data dalam Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa sensor *Load Cell* berfungsi dengan baik. Pada uji coba ke satu dengan pembacaan timbangan *digital* menunjukkan berat sebesar 5 kg dan pada sensor *Load Cell* menunjukkan data berat sebesar 5,2 kg nilai *error* dan akurasi dapat di hitung dengan rumus:

$$Error = \left(\frac{(5-5{,}2)}{5}\right) \text{x}100$$

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN : 2723-7052**
Vol. 7, No.2, Desember 2026, Hal 16-26
https://doi.org/10.53695/jm.v7i2.1662

$= \left(\frac{0,2}{5}\right)$x100
$= 4$

Akurasi $= 100 - Error$
$= 100 - 4$
$= 96$

3.2. Pengujian Akurasi Penimbangan

Pengujian akurasi penimbangan dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor *load cell* dengan timbangan *digital* sebagai acuan. Pengujian menggunakan bahan adonan keciput yang terdiri atas telur, gula, tepung ketan, margarin, dan air sesuai *set point* resep. Hasil pengukuran kemudian dianalisis untuk menentukan nilai *error* dan tingkat akurasi sistem penimbangan yang telah dirancang.

Hasil pengujian akurasi sensor *load cell* dengan percobaan adonan dan alat ukur dalam mengukur berat ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 2. Pengujian Akurasi Penimbangan 1 kg

Bahan 1 kg	Target (gr)	Hasil Sensor (gr)	*Error* %
Telur	200	205	0,5
Gula	260	265	1,92
Tepung	1000	1006	0,6
Margarin	200	205	2,5
Air	260	263	1,15

Tabel 3. Pengujian Akurasi Penimbangan 2 kg

Bahan 2 kg	Target (gr)	Hasil Sensor (gr)	*Error* %
Telur	450	454	0,89
Gula	520	521	0,19
Tepung	2000	2008	0,4
Margarin	400	400	0
Air	520	523	0,58

Tabel 4. Pengujian Akurasi Penimbangan 3 kg

Bahan 3 kg	Target (gr)	Hasil Sensor (gr)	*Error* %
Telur	600	603	0,5
Gula	780	783	0,38
Tepung	3000	3011	0,37
Margarin	600	601	0.17
Air	780	783	0,38

3.3. Hasil Pengujian Sistem Penimbangan

Sensor *load cell* membaca berat bahan secara *real-time* dan menampilkan hasil pengukuran pada LCD. Ketika berat bahan telah mencapai atau melebihi *set point* yang ditentukan, *buzzer* akan aktif sebagai indikator bahwa proses penimbangan bahan telah

selesai. Selanjutnya sistem secara otomatis melakukan *tare* dan berpindah ke bahan berikutnya tanpa memerlukan tenaga karyawan.

Pada kapasitas adonan 1 kg, sistem menimbang telur sebanyak 200 gram dan gula sebanyak 260 gram. Setelah kedua bahan terpenuhi, mixer aktif secara otomatis selama 10 menit untuk proses pengadukan tahap pertama. Sistem kemudian melanjutkan penimbangan tepung ketan sebanyak 1000 gram, margarin 200 gram, dan air 260 gram. Setelah seluruh bahan tahap kedua terpenuhi, mixer kembali aktif selama 15 menit untuk proses pengadukan tahap kedua.

Hasil pengujian sistem penimbangan sensor *load cell* dengan percobaan bahan adonan ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sistem Penimbangan

Bahan (kapasitas)	Target (gr)	Hasil Sensor (gr)	Respon Sistem	Keterangan
Telur (1 kg)	200	205	*Buzzer* aktif, lanjut ke gula	Berhasil
Gula (1 kg)	260	265	*Buzzer* aktif, *mixer* tahap 1 aktif	Berhasil
Tepung (1 kg)	1000	1006	*Buzzer* aktif, lanjut ke margarin	Berhasil
Margarin (1 kg)	200	205	*Buzzer* aktif, lanjut ke air	Berhasil
Air (2 kg)	260	263	*Buzzer* aktif, *mixer* tahap 2 aktif	Berhasil
Telur (2 kg)	450	454	*Buzzer* aktif, lanjut ke gula	Berhasil
Gula (2 kg)	520	521	*Buzzer* aktif, *mixer* tahap 1 aktif	Berhasil
Tepung (2 kg)	2000	2008	*Buzzer* aktif, lanjut ke margarin	Berhasil
Margarin (2 kg)	400	400	*Buzzer* aktif, lanjut ke air	Berhasil
Air (2 kg)	520	523	*Buzzer* aktif, *mixer* tahap 2 aktif	Berhasil
Telur (3 kg)	600	603	*Buzzer* aktif, lanjut ke gula	Berhasil
Gula (3 kg)	780	783	*Buzzer* aktif, *mixer* tahap 1 aktif	Berhasil
Tepung (3 kg)	3000	3011	*Buzzer* aktif, lanjut ke margarin	Berhasil

Margarin (3 kg)	600	601	*Buzzer* aktif, lanjut ke air	Berhasil
Air (3 kg)	780	783	*Buzzer* aktif, *mixer* tahap 2 aktif	Berhasil

3.4. Pengujian Sistem Pengadukan

Berdasarkan program yang diterapkan pada ESP32, motor pengaduk diaktifkan melalui relay 1 selama 1 menit pada proses pengadukan tahap pertama. Tahap ini dilakukan setelah bahan telur dan gula berhasil ditimbang sesuai *set point* yang telah ditentukan.

Setelah waktu pengadukan berakhir, motor akan berhenti secara otomatis dan sistem melanjutkan ke proses penimbangan bahan berikutnya. Setelah seluruh bahan pada tahap kedua, yaitu tepung ketan, margarin, dan air, selesai ditimbang sesuai target, motor pengaduk kembali diaktifkan selama 10 menit untuk proses pengadukan tahap kedua. Berikut merupakan gambar hasil pengujian sitem pengaduk *(mixer)*.



Gambar 8. Hasil Pengujian Sistem Pengaduk

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem penimbangan serta pengadukan adonan keciput otomatis berbasis sensor *load cell* dengan mikrokontroler ESP32. Sistem mampu melakukan penimbangan bahan sesuai *set point* resep secara otomatis, memberikan indikator ketika target berat tercapai, serta melanjutkan proses penimbangan ke bahan berikutnya tanpa intervensi operator. Berdasarkan hasil pengujian sensor *load cell* terhadap timbangan digital, sistem memperoleh tingkat akurasi sebesar 94,8% dengan rata-rata error 5,2%. Sementara itu, pengujian penimbangan bahan adonan pada kapasitas 1 kg, 2 kg, dan 3 kg menunjukkan rata-rata error sebesar 0,70%, sehingga sistem mampu melakukan penakaran bahan dengan tingkat ketelitian yang baik. Selain itu, sistem pengadukan bekerja sesuai urutan program, yaitu melakukan pengadukan tahap pertama setelah penimbangan telur dan gula, serta pengadukan tahap kedua setelah seluruh bahan terpenuhi. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan otomatisasi, ketepatan penimbangan, dan konsistensi proses pembuatan adonan keciput.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Susianawati, L. Sya'rani, and T. Agustini, "Kajian penerapan gmp dan ssop pada produk ikan asin kering dalam upaya peningkatan keamanan pangan di kabupaten kendal," *J. Pasir Laut*, vol. Vol.2, No., pp. 40–53, 2017.

[2] A. Wardhanu and M. Anhar, "Penerapan Good Manufacturing Practice (Gmp) Pada Kelompok Usaha Bersama (Kub) Wida Mantolo Kecamatan Benua Kayong," *J. Teknol. Pangan*, vol. 7, no. 1, pp. 8–16, 2016.

[3] A. Dewi, M. Hubeis, and E. Cahyadi, "Strategi Peningkatan Mutu dan Keamanan Pangan Olahan Pertanian Melalui Penerapan Good Manufacturing Practices pada UMKM Berdaya Saing di Kota Bandung," *journal.ipb*, vol. 14, no. 2, pp. 127–133, 2019.

[4] D. B. Susilo, H. Wibawanto, and A. Mulwinda, "Prototype Mesin Pengantar Barang Otomatis Menggunakan Load Cell Berbasis Robot Line Follower," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 23–29, 2018.

[5] A. Setiawan and T. Rijanto, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Pengisian Air Minum Dalam Kemasan Menggunakan Arduino Uno Dengan Sensor Load Cell Hasbi Ade Setiawan Tri Rijanto," *J. Tek. Elektro.*, vol. Volume 08, pp. 579–585, 2019.

[6] H. Priono *et al.*, "Desain Pencacah Serabut Kelapa Dengan Penggerak Motor," *J. Engine*, vol. VOLUME 3, no. 1, 2019.

[7] I. Suhendra and W. S. Pambudi, "Aplikasi Load Cell Untuk Otomasi Pada Depot Air Minum Isi," *J. Sains dan Teknol. Vol.*, vol. 1, no. 1, 2015.

[8] I. Maryani, A. Ishaq, and D. S. Mulyadi, "Sistem Informasi Pemesanan Minuman Berbasis Client Server Pada Kampung Dahar Purwokerto Jurnal Evolusi Volume 6 No 2 – 2018," *J. Evolusi*, vol. 6, no. 2, pp. 84–90, 2018.

[9] Y. Mukhammad, A. Santika, and S. Haryuni, "Analisis Akurasi Modul Amplifier HX711 untuk Timbangan Bayi," *J. Umy*, no. 1, 2022.

[10] A. Pratikto, W. Hendrawan, and N. P. Agustini, "Simulasi Kendali Dan Monitoring Daya Listrik Peralatan Rumah Tangga Berbasis ESP32," *Alinier J.*, vol. 3, no. 1, 2022.