

Perancangan Sistem *Mixing* Menggunakan Sensor *Load Cell* Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Ghozi Izzulhaq ^{1*)} Megarini Hersaputri ^{2*)}

¹⁾Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi
Universitas Diponegoro

Jalan Prof. Sudarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}Korespondensi : megarinihersaputri@lecturer.undip.ac.id

Abstrak

Di Indonesia, industri makanan dan minuman tumbuh sekitar 2,54% dari 2020 ke 2021, dengan total pendapatan sekitar Rp775,1 triliun menurut Badan Pusat Statistika (BPS). Khususnya, makanan beku seperti es krim, sorbet, dan yogurt beku sangat diminati oleh berbagai kalangan konsumen. Tahap utama dalam produksi makanan beku ini adalah pencampuran (*mixing*) adonan yang berkualitas tinggi. Sistem yang dirancang terdiri dari Arduino Mega 2560, sensor *load cell*, sensor IR *obstacle*, *keypad*, motor AC 1 fasa, dan LCD. Sensor *load cell* digunakan untuk mengukur berat bahan sebelum proses pencampuran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menimbang bahan dengan akurasi tinggi (penyimpangan 1,82%) dan mendeteksi halangan yang mengakibatkan motor tidak berputar. Sistem memiliki dua mode, yaitu *timer* dan otomatis. Dalam mode *timer*, alat dapat mengatur waktu sesuai dengan pengaturan *keypad* dan berhenti secara otomatis setelah waktu habis. Sedangkan dalam mode otomatis, mesin *mixing* berputar sesuai dengan berat bahan (0,30 kg - 2 kg), dengan peringatan jika bahan kosong atau berlebihan.

Kata kunci : Arduino Mega 2560, Sistem *mixing*, Sensor *load cell*, Sensor IR *obstacle*, LCD 16x2.

Abstract

In Indonesia, the food and beverage industry grew by approximately 2.54% from 2020 to 2021, with a total revenue of around Rp775.1 trillion according to the Central Statistics Agency (BPS). Specifically, frozen foods such as ice cream, sorbet, and frozen yogurt have gained significant popularity among various consumer groups. The primary stage in the production of frozen foods involves high-quality dough mixing. The designed system consists of an Arduino Mega 2560, load cell sensor, IR obstacle sensor, keypad, single-phase AC motor, and LCD. The load cell sensor is used to measure the weight of ingredients before the mixing process. Test results indicate that the system can weigh ingredients with high accuracy (deviation of 1.82%) and detect obstacles that may cause the motor to not rotate. The system operates in two modes: timer and automatic. In timer mode, the device can set the time according to keypad settings and automatically stop when the time is up. In automatic mode, the mixing machine rotates according to the weight of the ingredients (0.30 kg - 2 kg), with warnings if the ingredients are empty or excessive.

Keywords : Arduino Mega 2560, Mixing System, Load Cell Sensor, IR Obstacle Sensor, LCD 16x2.

I. PENDAHULUAN

Info Makalah:

Dikirim : 11-10-2023
Revisi 1 : 02-01-2024
Revisi 2 : dd-mm-yy;
Diterima : 02-01-2024

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-XXX-XXX
e-mail :
meGARINIHERSAPUTRI@lecturer.undip.ac.id

Di Indonesia, industri makanan dan minuman mengalami pertumbuhan sebesar 2,54 persen dari tahun 2020 ke 2021 mencapai total sekitar Rp775,1 triliun. Badan Pusat Statistik (BPS) melaporkan bahwa Produk Domestik Bruto (PDB) industri makanan dan minuman nasional, berdasarkan harga berlaku (ADHB) mencapai sekitar Rp1,12 kuadriliun pada tahun 2021. Oleh karena itu, industri makanan dan minuman dijamin tetap relevan bagi semua orang. Industri makanan dan minuman memiliki beragam jenis produk, dan seiring perubahan zaman, inovasi dalam sektor ini semakin bervariasi, misalnya makanan beku (*frozen*) [1].

Salah satu tahap utama dalam produksi makanan beku adalah proses pencampuran (mixing) adonan yang berkualitas tinggi. Proses pencampuran (mixing) adalah tindakan yang dimaksudkan untuk mengurangi perbedaan kondisi atau karakteristik lain yang terdapat dalam sebuah substansi atau bahan. Pencampuran (mixing) bahan-bahan pada es krim memiliki peran penting dalam menghasilkan tekstur dan konsistensi produk akhir yang diinginkan. Proses pencampuran (mixing) bahan-bahan yang efisien dan konsisten menjadi faktor penentu dalam menghasilkan produk makanan beku yang berkualitas tinggi[2].

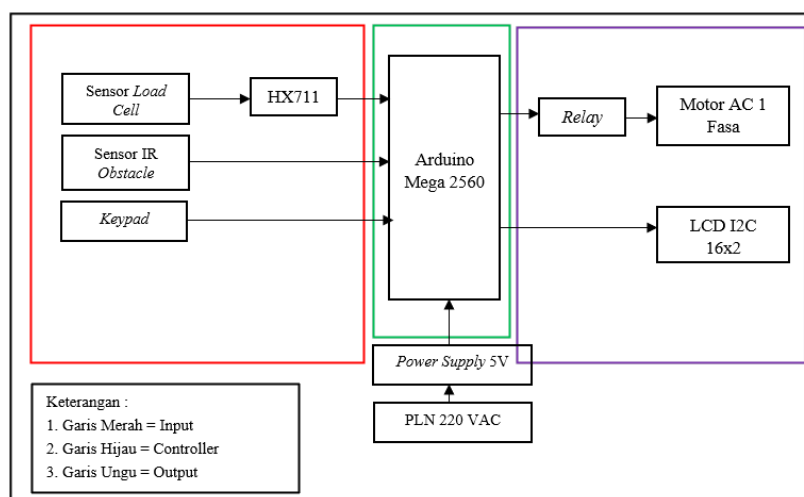
Dalam industri makanan beku, konsistensi suhu dan waktu pengerjaan adalah faktor kunci untuk memastikan kualitas dan keselamatan produk. Mikrokontroler dapat berperan dalam memastikan bahwa suhu penyimpanan, proses pembekuan, dan distribusi produk makanan beku tetap dalam parameter yang ditentukan. Dengan sensor yang terhubung ke mikrokontroler, produsen dapat memantau suhu dan kondisi lainnya secara real-time, memastikan bahwa makanan beku disimpan dan diolah dengan tepat untuk mempertahankan nilai gizi dan kualitas rasa. Selain itu, mikrokontroler memungkinkan otomatisasi proses pembekuan, pengemasan, dan distribusi, yang mengurangi intervensi manusia dan potensi kesalahan, sehingga meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi pemborosan. Pada Penelitian ini memiliki perbedaan dari penelitian sebelumnya, yaitu sistem mixing yang dapat bekerja secara otomatis dengan pengaturan waktu adukan yang ditentukan dengan berat bahan, serta dengan menentukan waktu yang diinginkan menggunakan keypad, kemudian terdapat sensor IR obstacle yang dapat mendeteksi putaran adukan[3][4][5][6].

II. METODE

Metode penelitian ini mencakup langkah-langkah diambil mulai dari perencanaan awal hingga implementasi praktis, sehingga memungkinkan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana alat ini dirancang dan diuji.

A. Blok Diagram

Pada Penelitian ini, perancangan sistem *mixing* menggunakan sensor *load cell* berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 terdiri dari beberapa bagian, yaitu: *input* berupa sensor suhu *load cell*, sensor IR *obstacle* RTC, *keypad*, serta *output* berupa *relay* SSR, motor AC 1 fasa, dan LCD. Berikut blok diagram keseluruhan seperti Gambar 1.



Gambar 1 Blok Diagram Keseluruhan

Berdasarkan blok diagram keseluruhan sistem di atas, fungsi dari masing-masing komponen sebagai berikut:

- Catu daya 5V DC digunakan untuk input mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai kontroler dan komunikasi data[7].
- Motor AC 1 Fasa menggunakan tegangan 220V.

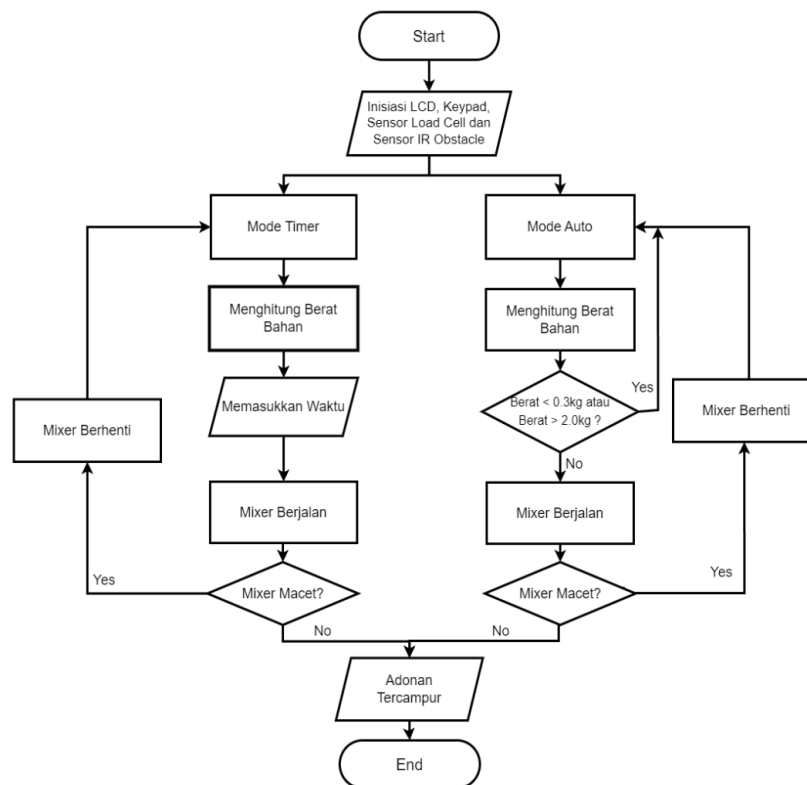
Perancangan Sistem Mixing Menggunakan Sensor Load Cell Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560

(Ghozi Izzulhaq dan Megarini Hersaputri: Halaman 70 – 80)

- c. Sensor *load cell* digunakan untuk mendeteksi berat bahan dalam *bowl* mesin *mixing*. Berat bahan yang dideteksi dikirimkan datanya ke Arduino Mega 2560 melalui modul HX711 untuk ditampilkan pada LCD dan untuk mengatur motor AC[9][10].
- d. Sensor IR *obstacle* digunakan untuk mendeteksi putaran adonan pada mesin *mixing*[11].
- e. *Keypad* digunakan sebagai *input* mesin *mixing* untuk memasukkan jumlah menit dan mengaktifkan alat[12].
- f. LCD I2C 16x2 sebagai *output* untuk menampilkan angka dan informasi terkait seperti berat adonan, hasil *input keypad*, dan status mesin *mixing*[14].
- g. Motor AC 1 Fasa sebagai aktuator utama yang digunakan untuk mengaduk adonan[8].
- h. *Relay* berfungsi sebagai saklar untuk mengatur *on-off* motor AC 1 fasa menggunakan data yang dikirim oleh Arduino Mega 2560[13].

B. Flowchart

Flowchart keseluruhan sistem digunakan untuk mengilustrasikan bagaimana suatu sistem bergerak dari satu tahap ke tahap berikutnya, mulai dari awal hingga akhir.

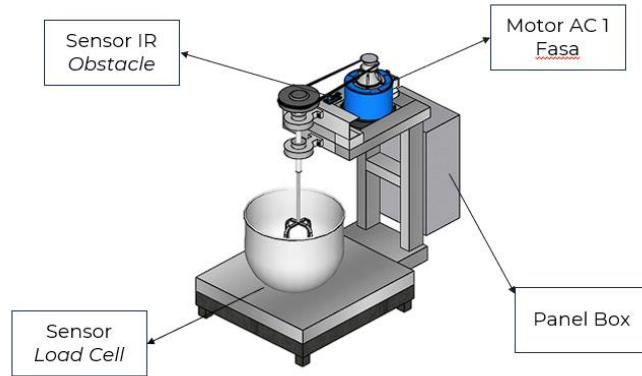


Gambar 2 *Flowchart* Keseluruhan Sistem

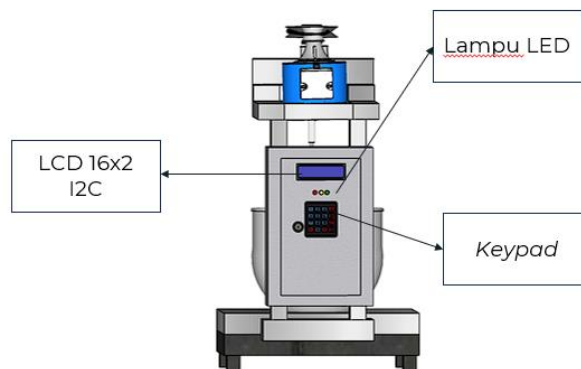
Pada Gambar 2 menggambarkan *flowchart* keseluruhan sistem dari alat sistem *mixing* yang mulai dengan tahap inisialisasi ketika alat diaktifkan. Selama tahap inisialisasi, alat mengatur perangkat keras yang diperlukan seperti LCD, sensor IR *obstacle*, keypad, dan variabel-variabel yang digunakan dalam operasi. Setelah inisialisasi, alat dapat dioperasikan dengan mode timer atau mode otomatis.

C. Desain 3D Alat

Perancangan keseluruhan sistem *mixing* menggunakan sensor *load cell* berbasis Arduino Mega 2560 dituangkan pada gambar yang didesain menggunakan SketchUp. Desain tampak depan alat dapat ditemukan dalam Gambar 3 dan untuk tampilan belakangnya dapat dilihat pada Gambar 4.



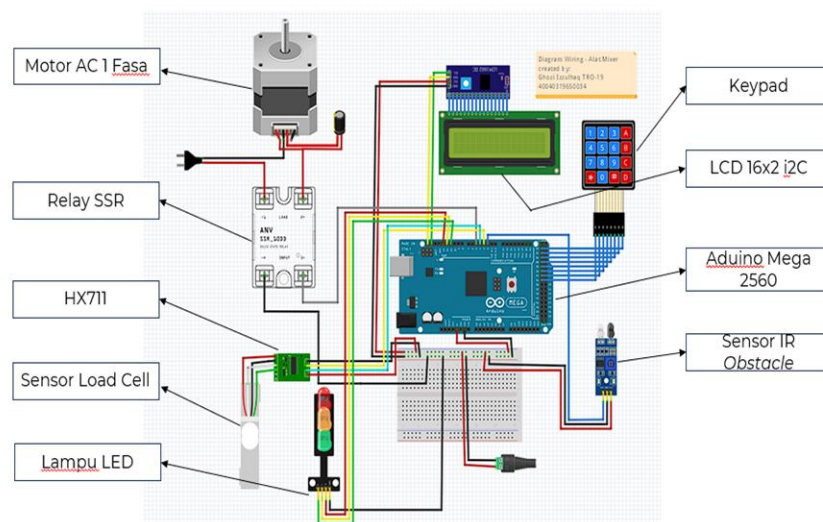
Gambar 3 Desain Alat Tampak Depan



Gambar 4 Desain Alat Tampak Belakang

D. Perancangan Elektrikal

Pada Gambar 5 merupakan diagram *wiring* alat yang dibuat dengan tujuan mempermudah pemahaman tentang konfigurasi elektrik alat tersebut. Selain itu, hal ini bertujuan untuk memberikan pandangan menyeluruh tentang bagaimana berbagai komponen elektronik saling terhubung.



Gambar 5 Diagram *Wiring* Alat Sistem *Mixing*

III. HASIL DAN DISKUSI

Pengujian dan analisa sistem *mixing* dengan menggunakan sensor *load cell* berbasis Arduino Mega 2560 dilakukan setelah tahap perancangan dan pembuatan alat selesai. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan setiap komponen dan program yang telah dikembangkan.

A. Pengukuran Catu Daya

Pengukuran pada mesin sistem *mixing* dilakukan dengan memanfaatkan sumber tegangan AC sebesar 220 Volt dan tegangan DC 5 Volt melalui penggunaan adaptor *power supply*.

Tabel 1 Pengukuran Tegangan Catu Daya

Pengukuran Ke -	Sumber Tegangan PLN (VAC)	Spesifikasi (Vout)	Tegangan Terukur (V)
1	220V	5 VDC	5.29
2	220V	5 VDC	5.30
3	220V	5 VDC	5.30
4	220V	5 VDC	5.29
5	220V	5 VDC	5.30

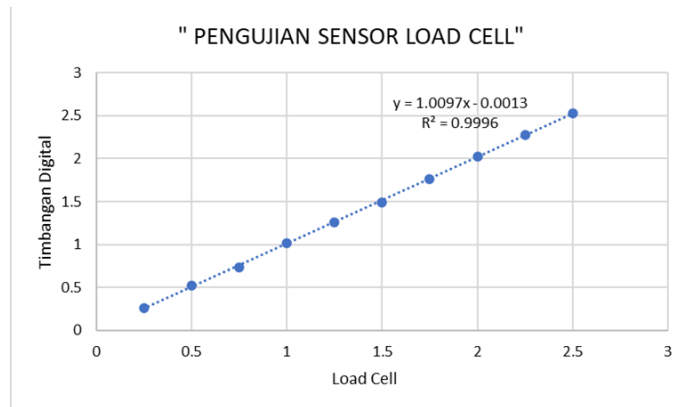
Dalam pengujian yang melibatkan pengukuran catu daya seperti yang terlihat pada Tabel 1, diperoleh hasil bahwa catu daya berfungsi dengan efisien, karena tegangan output yang dihasilkan mendekati nilai yang telah ditetapkan, yaitu 5.30 Volt.

B. Pengujian Sensor Load Cell

Pengujian sensor *load cell* digunakan untuk memverifikasi apakah sensor tersebut berfungsi sesuai dengan spesifikasinya. Pengujian sensor *load cell* menggunakan timbangan digital sebagai beban bertujuan untuk menguji akurasi dari sensor yang telah diintegrasikan dengan Arduino Mega 2560. Data yang diperoleh selama pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 6 untuk grafik pengujiannya.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor *Load Cell*

No	Timbangan Digital (Kg)	Load Cell (Kg)	Selisih	Error (%)
1	0,25	0,26	0,01	4
2	0,5	0,52	0,02	4
3	0,75	0,73	0,02	2,67
4	1	1,02	0,02	2
5	1,25	1,26	0,01	0,8
6	1,5	1,49	0,01	0,67
7	1,75	1,76	0,01	0,57
8	2	2,02	0,02	1
9	2,25	2,28	0,03	1,33
10	2,5	2,53	0,03	1,2
Rata-Rara Error (%)				1,82



Gambar 6 Grafik Linear Sensor Load Cell dan Timbangan Digital

Hasil pengujian mengindikasikan bahwa data yang diperoleh dari pengujian yang menggunakan timbangan digital sebagai referensi dan mengamplifikasi output dengan menggunakan load cell bersifat linear. Dapat dilihat dari Tabel 2 didapatkan error yang dapat dihitung menggunakan persamaan error dengan mendapatkan rata-rata error sebesar 1,82%, mengindikasikan bahwa pengujian ini memberikan hasil yang akurat dalam mengukur berat bahan.

C. Pengujian Sensor IR Obstacle

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan jarak deteksi atau tingkat sensitivitas sensor serta memeriksa kinerja sensor sebagai pendeteksi putaran mesin *mixing*.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor IR Obstacle

No	Jarak	Status	Kondisi Logika
1	1 cm	Mendeteksi	1
2	2 cm	Mendeteksi	1
3	3 cm	Mendeteksi	1
4	4 cm	Mendeteksi	1
5	5 cm	Tidak Mendeteksi	0
6	6 cm	Tidak Mendeteksi	0
7	7 cm	Tidak Mendeteksi	0
8	8 cm	Tidak Mendeteksi	0

Berdasarkan data yang tercantum pada Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa sensor IR *obstacle* beroperasi secara optimal pada mesin sistem *mixing* untuk mendeteksi putaran adukan. Sensor IR *obstacle* dapat mendeteksi pada jarak 1 cm hingga 4 cm. Sedangkan pada jarak di atas 4 cm, sensor sama sekali tidak dapat mendeteksi karena posisinya yang jauh dari putaran motor.

D. Pengujian Keypad

Dalam pengujian komponen *keypad* 4x4 pada mesin sistem *mixing* peneliti melakukan uji fungsi tombol secara individu dan mencatat nilai-nilai yang dihasilkan oleh masing-masing tombol.

Tabel 4 Hasil Pengujian Keypad

No	Tombol	Fungsi	Keterangan
1	Tombol 1	Menghasilkan "1"	Berfungsi sesuai spesifikasi
2	Tombol 2	Menghasilkan "2"	Berfungsi sesuai spesifikasi

No	Tombol	Fungsi	Keterangan
3	Tombol 3	Menghasilkan "3"	Berfungsi sesuai spesifikasi
4	Tombol 4	Menghasilkan "4"	Berfungsi sesuai spesifikasi
5	Tombol 5	Menghasilkan "5"	Berfungsi sesuai spesifikasi
6	Tombol 6	Menghasilkan "6"	Berfungsi sesuai spesifikasi
7	Tombol 7	Menghasilkan "7"	Berfungsi sesuai spesifikasi
8	Tombol 8	Menghasilkan "8"	Berfungsi sesuai spesifikasi
9	Tombol 9	Menghasilkan "9"	Berfungsi sesuai spesifikasi
10	Tombol 0	Menghasilkan "0"	Berfungsi sesuai spesifikasi
11	Tombol *	Menghasilkan "*"	Berfungsi sesuai spesifikasi
12	Tombol #	Menghasilkan "#"	Berfungsi sesuai spesifikasi
13	Tombol A	Menghasilkan "A"	Berfungsi sesuai spesifikasi
14	Tombol B	Menghasilkan "B"	Berfungsi sesuai spesifikasi
15	Tombol C	Menghasilkan "C"	Berfungsi sesuai spesifikasi
16	Tombol D	Menghasilkan "D"	Berfungsi sesuai spesifikasi

Dari hasil pengujian tersebut pada Tabel 4, dapat disimpulkan bahwa *keypad* 4x4 berfungsi sesuai spesifikasi pada alat sistem *mixing*. Semua tombol, termasuk tombol angka, fungsi, tombol navigasi, dan tombol lainnya telah diuji dan berfungsi sesuai dengan nilai-nilai yang diharapkan dan fungsinya.

E. Pengujian Motor AC 1 Fasa

Pada alat sistem *mixing* digunakan *pulley* dan *v-belt* sebagai sistem transmisi. Menghitung putaran adukan yang dihasilkan oleh *pulley* dan *v-belt* pada mesin ini dapat diperoleh sebagai berikut:

$$d_1 = 6\text{cm}$$

$$d_2 = 12\text{ cm}$$

$$N_1 = 2800\text{ Rpm}$$

$$N_2 = \text{Kecepatan Mixing}$$

$$N_2 = N_1 \times (d_1)/(d_2)$$

$$N_2 = 2800 \times 6/12$$

$$N_2 = 1400\text{ rpm}$$

Kecepatan mixing yang dihasilkan oleh motor menggunakan pulley dan v-belt sebesar 1400 rpm.

Tabel 5 Hasil Pengujian Motor AC 1 Fasa




Perhitungan ke-	Kecepatan Dengan Pulley (Rpm)	Kecepatan Dengan Sensor IR Obstacle (Rpm)	Selisih	Error (%)
1	1400	1480	80	5,71
2	1400	1490	90	6,43
3	1400	1450	50	3,57
4	1400	1470	70	5,00
5	1400	1475	75	5,36
Rata-Rara Error (%)				5,21

Pada Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan kecepatan mixing, perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan hasil pengukuran menggunakan sensor IR obstacle terhadap perhitungan berdasarkan sistem transmisi. Dapat dilihat dari Tabel 5 didapatkan *error* yang dapat dihitung menggunakan persamaan *error* dengan mendapatkan rata-rata *error* sebesar 5,21%, mengindikasikan bahwa pengujian ini memberikan hasil yang cukup akurat dalam menghitung kecepatan *mixing*.

F. Pengujian Sistem Timer pada Mesin Mixing

Dalam pengujian sistem *timer* pada mesin *mixing* bertujuan untuk melihat keberhasilan dalam mengatur waktu mesin *mixing* mengaduk menggunakan sistem *timer*. Pengujian ini dilakukan menggunakan *keypad*, yang dimana pengguna dapat mengatur waktu yang diinginkan dengan cara menekan tombol pada *keypad*.

Tabel 6 Hasil Pengujian Sistem Timer dengan Berat 0,75 kg






No	Pin Keypad	Keterangan	Hasil	Penjelasan
1	Pin 3	Mengatur waktu 3 menit		Mesin <i>mixing</i> berputar selama 3 menit dan tepung es krim terlihat belum tercampur dengan air dingin.
2	Pin 7	Mengatur waktu 7 menit		Mesin <i>mixing</i> berputar selama 7 menit dan tepung es krim terlihat sudah mulai tercampur dengan air dingin.
3	Pin 1 0	Mengatur waktu 10 menit		Mesin <i>mixing</i> berputar selama 10 menit dan tepung es krim terlihat telah tercampur dengan air dingin.

Hasil pengujian sistem *timer* menggunakan *keypad* dapat bekerja sesuai yang diharapkan, ketika *keypad* ditekan 1 lalu ditekan 0 lalu ditekan enter pada *keypad*, maka mesin *mixing* berputar selama 10 menit, dan ketika waktunya habis maka mesin *mixing* berhenti lalu pengguna dapat mengatur ulang waktu lagi jika bahan yang dicampur kurang rata. Pada hasil pengujian dari Tabel 6 dapat disimpulkan bahan es krim dengan berat 0,75 kg dapat tercampur dalam waktu 10 menit.

G. Pengujian Sistem Otomatis pada Mesin Mixing

Pengujian ini dilakukan dengan menekan tombol enter pada *keypad* dan mesin *mixing* berputar dengan waktu yang telah di program sesuai berat bahan yang dideteksi oleh sensor *load cell*.

Tabel 7 Hasil Pengujian Kinerja Alat

No	Berat Bahan	RPM	Waktu	Keterangan
1	0,15 kg	0	0	
2	0,30 kg	1450	9 Menit 0 detik	
3	0,75 kg	1445	10 Menit 40 detik	
4	1,50 kg	1447	12 Menit 20 detik	
5	2,10 kg	0	0	

Tabel 8 Komponen Bahan Pengujian

No	Berat Bahan	Komponen	Beratnya
1	0,15 kg	Tepung Es Krim	50 gram
		Air Dingin	100 gram
2	0,30 kg	Tepung Es Krim	100 gram

No	Berat Bahan	Komponen	Beratnya
		Air Dingin	200 gram
3	0,75 kg	Tepung Es Krim	250 gram
		Air Dingin	500 gram
4	1,50 kg	Tepung Es Krim	500 gram
		Air Dingin	1000 gram
5	2,10 kg	Tepung Es Krim	700 gram
		Air Dingin	1400 gram

Pada Tabel 8 terdapat komponen bahan yang digunakan pada pengujian dan berdasarkan hasil pengujian dari Tabel 7 dapat disimpulkan bahwa ketika berat bahan yang terdeteksi oleh sensor *load cell* di bawah 0,30 kg, maka mesin *mixing* tidak berputar dan pada LCD muncul teks peringatan untuk memasukkan bahan. Adapun ketika pengguna memasukkan bahan di bawah 2 kg, maka mesin *mixing* berputar sesuai berat bahannya, semakin berat bahan yang digunakan maka semakin lama mesin *mixing* berputar yang waktunya telah diatur pada program Arduino. Ketika pengguna memasukkan bahan di atas 2 kg maka mesin *mixing* tidak berputar dan pada LCD muncul teks peringatan untuk mengurangi berat bahan.

H. Pengujian Seluruh Komponen Sistem *Mixing*

Dalam pengujian seluruh komponen pada mesin *mixing* bertujuan untuk melihat fungsionalitas tiap komponen pada alat sistem *mixing*.

Tabel 9 Hasil Pengujian Seluruh Komponen Sistem *Mixing*

No	Komponen	Percobaan Ke	Hasil Pengujian
1	Sensor <i>Load Cell</i>	1	Sensor <i>load cell</i> dapat menimbang bahan cukup akurat dengan nilai penyimpangan diperoleh sebesar 1,82%.
2	Sensor IR <i>Obstacle</i>	2	Sensor IR <i>obstacle</i> dapat mendeteksi hingga 4 cm dan mendeteksi putaran adukan mesin <i>mixing</i> .
3	<i>Keypad</i>	3	<i>Keypad</i> dapat berfungsi sebagai input dalam mengatur waktu pada mode <i>timer</i> dan menjalankan mode otomatis mesin <i>mixing</i> .
4	Motor AC 1 Fasa	4	Motor AC 1 Fasa dapat berfungsi sebagai aktuator utama dalam mengaduk bahan pada mesin <i>mixing</i> .
5	LCD 16x2 I2C	5	LCD 16x2 I2C dapat berfungsi menampilkan berat bahan dan informasi sistem <i>mixing</i> lainnya.
6	Lampu LED	6	Lampu LED digunakan untuk memberikan indikator pada mesin <i>mixing</i> .

Berdasarkan hasil pengujian yang tercantum dalam Tabel 9, dapat disimpulkan bahwa seluruh komponen yang diuji fungsionalitasnya bekerja pada sistem *mixing*. Sensor *load cell*, sensor IR *obstacle*, dan *keypad* berfungsi sebagai input pada sistem *mixing*, sedangkan motor AC 1 fasa, LCD 16x2 I2C, dan lampu LED dapat berfungsi sebagai output pada sistem *mixing*.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Perancangan sistem *mixing* menggunakan sensor *load cell* dan Arduino Mega 2560 telah dapat terimplementasi dalam bentuk protipe. Sistem ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengontrol utama dan sensor *load cell* untuk mengukur berat bahan sebelum dicampur.
2. Pada pengujian sensor *load cell* dilakukan perbandingan hasil penimbangan dengan timbangan digital diperoleh nilai penyimpangan sebesar 1,82%.
3. Dari hasil pengujian sensor IR *obstacle*, sensor dapat mendeteksi hingga 4 cm dan dapat mendeteksi motor yang tidak berputar dalam 3 detik.
4. Pada alat ini terdapat mode *timer* dan otomatis. Mode *timer* beroperasi sesuai pengaturan waktu dengan *keypad* dan berhenti otomatis ketika waktu habis. Mode otomatis beroperasi dengan berat bahan 0,30 kg - 2 kg, dan menampilkan peringatan jika bahan kosong atau lebih dari 2 kg pada LCD.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Yunida, S. Sumowo, and I. Puspitadewi, "Perumusan Blue Ocean Strategy Pada Industri Makanan Beku Tiga Merpati Jember," *Jurnal Manajemen*, pp. 1–11, 2019.
- [2] E. Sri Hartati, "Kajian Formulasi (Bahan Baku) dan Metode Pembuatan Terhadap Kualitas Es Krim," *GAMMA*, vol. 7, no. 1, pp. 20–26, 2015.
- [3] Rahman, Marzuarman, and Zulkifli, "Analisa dan Rancang Bangun Mesin Es Krim Putar Otomatis dengan Kecepatan Putaran Motor Berbasis Perubahan Temperatur," *Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT)*, pp. 483–54, 2021.
- [4] I. Maulana Mizan and R. Abdullah, "Rancang Bangun Mesin Pengaduk Adonan Roti Berbasis Arduino Uno dan Android," Tegal, 2019.
- [5] A. Putra Widyadharna, Z. Ikhsan Arifudin, B. Artono, and Y. Prasetyo, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Pengaduk Adonan Roti Bluder Otomatis Berbasis PLC Dan HMI," *Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE)*, vol. 7, no. 1, pp. 20–26, 2022.
- [6] B. Artono, D. Prakoso, and T. Lestari, "Sistem Monitoring Mesin Pengaduk Adonan Roti Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT)," *Journal of Computer Science and Engineering (JCSE)*, vol. 4, no. 1, pp. 25–41, Feb. 2023, doi: 10.36596/jcse.v1i1.4.
- [7] U. F. Arpan, Y. R. Hais, and H. Pathoni, "Rancang Bangun Alat Pengupas Pinang Otomatis Berbasis Arduino Mega," *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, vol. 5, no. 1, pp. 1–5, Jun. 2022, doi: 10.33087/jepca.v5i1.59.
- [8] A. Suryowinoto, T. Suheta, and Andrianto, "Rancang Bangun Alat Penghitung Bakso dengan Motor Induksi Satu Fasa Berbasis Mikrokontroler Atmega8535," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III*, 2015, pp. 163–170.
- [9] H. A. Setiawan and T. Rijanto, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Pengisian Air Minum Dalam Kemasan Menggunakan Arduino Uno Dengan Sensor Load Cell," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 8, no. 3, pp. 579–585, 2019.
- [10] A. Rahman and M. Nawawi, "Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual," *Jurnal ELKOMIKA*, vol. 5, no. 2, pp. 2459–9638, 2017.
- [11] M. Zulfi and R. Hidayat, "Infrared Sensor Obstacle Avoidance sebagai Saklar Kontrol pada Hand Sanitizer Otomatis," *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 122–128, 2019.
- [12] A. Santoso, D. Dj, and D. Nurdiana, "Rancang Bangun System Pintu Otomatis Menggunakan Keypad dan RFID Berbasis Arduino Mega 2560," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 02, no. 1, pp. 5–13, 2021.
- [13] A. Handayani, "Pengertian Dan Fungsi SSR (Solid State Relay)," <https://rodablog.com/ssr-adalah.html>, 2023.
- [14] M. Natsir, D. Bayu Rendra, and A. Derby Yudha Anggara, "Implementasi IoT Untuk Sistem Kendali AC Otomatis pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya," *Jurnal PROSISKO*, vol. 6, no. 1, pp. 69–72, 2019.