

Rancang Bangun Alat Pengemas Biji Kopi Otomatis Berbasis Arduino Uno

Julian Nurachman Wijaya¹, * Zaenurrohman², Sugeng Dwi Riyanto³, Hera Susanti⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Cilacap
Jln. Dr. Soetomo No.1 Sidakaya, Kabupaten Cilacap, 53212, Indonesia

¹juliannurachman@gmail.com

²zaenur@pnc.ac.id

³sugengdr@pnc.ac.id

⁴herasusanti@pnc.ac.id

Abstrak— Sebelum produk kopi dipasarkan, pada umumnya terlebih dahulu dilakukan pengemasan. Selain untuk melindungi dari kerusakan, kemasan juga bertujuan supaya lebih mudah dibawa selama dalam perjalanan. Proses pengemasan konvensional cukup menguras waktu dan tenaga. Hal ini mengakibatkan proses pengemasan menjadi yang kurang efisien. Dengan sistem pengemasan secara otomatis diharapkan dapat mempermudah serta menghemat waktu dan tenaga. Alat pengemas biji kopi otomatis dibangun menggunakan beberapa perangkat elektronik. Arduino uno digunakan sebagai kontroler, sensor load cell untuk menimbang berat kemasan kopi, sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu sealer kemasan dan sensor proximity digunakan untuk mendeteksi plastik kemasan. Pada bagian aktuator digunakan motor servo untuk membuka katup penampung biji kopi (hopper tank), motor DC untuk menarik plastik kemasan serta motor stepper digunakan untuk mengepres plastik kemasan. Pengepresan plastik dilengkapi dengan mekanisme pemanas menggunakan kawat nikelin supaya dua lapisan plastik dapat menempel. Sebuah modul LCD digunakan untuk menampilkan informasi nilai berat kemasan kopi, nilai suhu sealer dan status proses pengemasan. Dari hasil pengujian diketahui alat pengemas biji kopi mampu mengemas biji kopi secara otomatis. Biji kopi dapat dikemas kedalam plastik dengan ukuran berat dan panjang kemasan sesuai dengan perancangan dengan tingkat keberhasilan mencapai 87,5%.

Kata kunci: kopi, otomatis, arduino uno, pengemasan

Abstract— Before coffee products are marketed, packaging is generally carried out first. Apart from protecting against damage, the packaging also aims to make it easier to carry while traveling. The conventional packaging process is quite time and energy consuming. This results in the packaging process being less efficient. With an automatic packaging system, it is hoped that it will make things easier and save time and energy. Automatic coffee bean packaging tools are built using several electronic devices. Arduino Uno is used as a controller, a load cell sensor to weigh the coffee packaging, a DS18B20 temperature sensor to measure the temperature of the packaging sealer and a proximity sensor to detect plastic packaging. In the actuator section, a servo motor is used to open the coffee bean reservoir valve (hopper tank), a DC motor is used to pull the packaging plastic and a stepper motor is used to press

the packaging plastic. The plastic press is equipped with a heating mechanism using nickel wire so that the two layers of plastic can stick together. An LCD module is used to display information on the weight value of the coffee packaging, the temperature value of the sealer and the status of the packaging process. From the test results, it is known that the coffee bean packaging tool is capable of packaging coffee beans automatically. Coffee beans can be packaged in plastic with the weight and length of the packaging according to the design with a success rate of up to 87.5%.

Keywords: coffee, automatic, arduino uno, packaging

*penulis korespondensi

I. PENDAHULUAN

Sebagai negara ke-empat penghasil kopi terbesar didunia, indonesia diperkirakan terus meningkat hasil produksinya sebesar 5,31% sejak tahun 2016 [1]. Hal ini menunjukkan betapa melimpahnya hasil bumi yang merupakan bahan baku salah satu minuman yang populer di masyarakat. Sebelum kopi dapat dikonsumsi sebagai minuman, tentu harus melalui beberapa tahap pengolahan setelah kopi selesai dipanen dari kebun. Beberapa tahapannya yaitu pengeringan, pengupasan kulit, penyangraian, penggilingan dan pengemasan.

Proses tahapan pengolahan kopi dapat dilakukan secara konvensional maupun secara modern menggunakan alat-alat canggih. Salah satu tahap dalam proses pengemasan yaitu penimbangan. Proses penimbangan di luar sektor industri masih menggunakan proses penimbangan secara manual, yang mana terdapat banyak kelemahan yaitu *human error*, kurang presisinya penimbangan dan waktu yang lama [2]. Oleh karena itu dibutuhkan proses pengolahan yang dapat dilakukan secara otomatis, khususnya pada proses pengemasan biji kopi.

Proses pengeringan secara modern telah banyak dikembangkan, seperti alat pengeringan biji kopi otomatis [3]. Sistem pengering ini menggunakan pengendalian suhu berbasis sensor DHT11. Proses pengeringan secara otomatis dikendalikan oleh kontroler arduino uno. Dengan proses

pengeringan yang berjalan dengan otomatis, petani kopi dapat lebih dimudahkan dalam pengolahan hasil panennya.

Sebelum produk kopi dipasarkan, biasanya terlebih dahulu dilakukan pengemasan. Bentuk kemasan yang digunakan beraneka ragam. Pada awalnya fungsi sebuah kemasan hanyalah sebatas untuk melindungi barang atau mempermudah barang untuk dibawa, hingga seiring dengan waktu kemasan juga berfungsi sebagai wadah agar barang mudah dibawa selama dalam perjalanan [4]. Selain itu kemasan memiliki fungsi sebagai alat branding yang membantu menyampaikan konsep brand kepada pelanggan [5]. Beberapa hal tersebut menunjukkan pentingnya kemasan dalam suatu produk.

Metode Pengemasan merupakan sistem yang terkoordinasi untuk menyiapkan barang menjadi siap untuk ditransportasikan, didistribusikan, disimpan, dijual, dan dipakai [6]. Untuk mendukung proses persiapan barang perlu adanya alat yang dapat bekerja secara otomatis. Saat ini mulai dikembangkan alat yang dapat membantu mempercepat proses pengemasan produk. Sistem pengisian dapat diintegrasikan dengan pengemasan secara otomatis [7]. Pada penelitian ini digunakan sensor inframerah dan motor servo yang dikendalikan oleh mikrokontroler.

Pada penelitian [8] merancang bangun pengisi kemasan bubuk kopi menggunakan arduino uno, sensor infrared dan load cell. Alat pengisi otomatis ini digunakan untuk proses pengisian bubuk kopi kedalam kemasan dengan ukuran sampai 256gram serta dengan optimalisasi waktu rata-rata 8,27 detik dibanding dengan proses pengisian manual. Penelitian tentang pengisian bubuk merica pernah dilakukan oleh [9]. Rancang bangun pengisian otomatis ini menggunakan sistem konveyor dengan kontroler berbasis arduino nano. Pada sistem yang dibangun dilengkapi pendeteksian bubuk merica yang akan dikemas. Selain itu menggunakan sensor load cell untuk menimbang kemasannya. Untuk menampilkan informasi proses, sistem dilengkapi dengan modul HMI.

Pada penelitian ini, telah dirancang bangun sebuah alat yang mampu mengemas biji kopi secara otomatis. Jenis bahan kemasan yang digunakan yaitu menggunakan jenis plastik. Ukuran tiap kemasan ditakar menggunakan sensor load cell, sehingga ukuran beratnya akan relatif sama. Sistem kontrol yang digunakan yaitu berbasis kontroler arduino uno. Kontroler ini digunakan untuk mengontrol beberapa aktuator yang digunakan. Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun alat pengemas biji kopi otomatis berbasis arduino uno.

II. METODE

A. Desain Mekanik

Alat pengemas biji kopi didesain dengan ukuran dimensinya yaitu 50x30x80cm (panjang x lebar x tinggi). Tinggi hopper tank dan dudukannya yaitu 50cm, sehingga tinggi keseluruhan alat yaitu 130cm. Di sisi depan terdapat

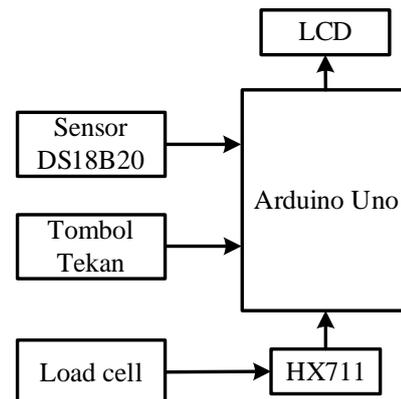
bagian yang digunakan untuk pengemasan dengan ukuran panjang 30cm, sehingga panjang keseluruhan alat yaitu 80cm. Desain alat pengemas biji kopi dtunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain mekanik alat pengemas biji kopi

B. Diagram Blok

Sistem pengemas biji kopi yang dirancang menggunakan dua kontroler. Masing-masing kontroler ini selanjutnya disebut sub-sistem. Sub-sistem pertama yaitu sistem sensor dan yang kedua yaitu sistem aktuator. Sistem sensor terdiri dari beberapa komponen yang terintegrasi seperti pada Gambar 2.



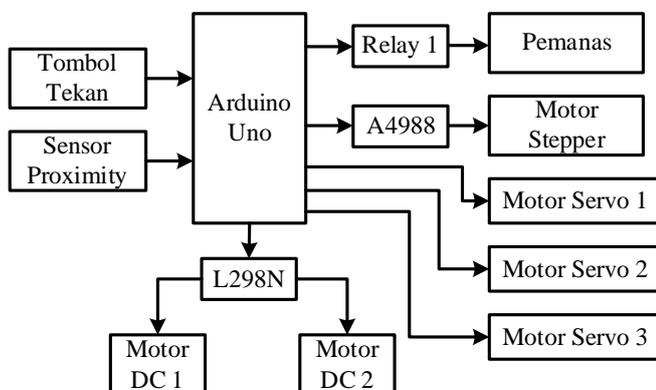
Gambar 2. Diagram blok sistem sensor

Pada sistem sensor terdapat sensor suhu yang digunakan untuk mengukur suhu pada pemanas sealer plastik yang digunakan untuk mengemas biji kopi. Sensor berat (*load cell*) digunakan untuk mengukur berat biji kopi yang telah dimasukkan kedalam plastik kemasan. Untuk komunikasi sensor berat dengan kontroler (Arduino Uno) digunakan modul

HX711. Terdapat juga tombol tekan yang digunakan untuk kalibrasi sensor berat serta LCD digunakan untuk menampilkan data-data sensor.

Sistem aktuator berfungsi mengendalikan aktuator seperti motor DC, motor servo, motor stepper dan pemanas (*heater*). Motor DC digunakan untuk memutar *roller* yang akan menarik lembaran plastik kemasan. Sebagai driver motor DC digunakan modul L298N. Dua Motor Servo digunakan untuk menempelkan pemanas yang merupakan bagian dari sealer vertikal plastik kemasan, sedangkan satunya untuk membuka dan menutup katup. Motor stepper digunakan untuk menempelkan pemanas pada sealer horisontal. Untuk driver motor stepper digunakan modul A4988.

Bagian pemanas digunakan untuk sealer plastik kemasan. Bahan pemanas yang digunakan berupa kawat nikelin. Kawat ini dialiri arus listrik ketika dioperasikan supaya menghasilkan panas. Untuk mensakelar pemanas, digunakan relay sebagai drivernya. Selain itu, sensor proximity digunakan untuk mendeteksi plastik kemasan serta tombol tekan yang digunakan untuk menjalankan dan menghentikan proses pengemasan biji kopi. Diagram blok sistem aktuator ditunjukkan pada Gambar 3.



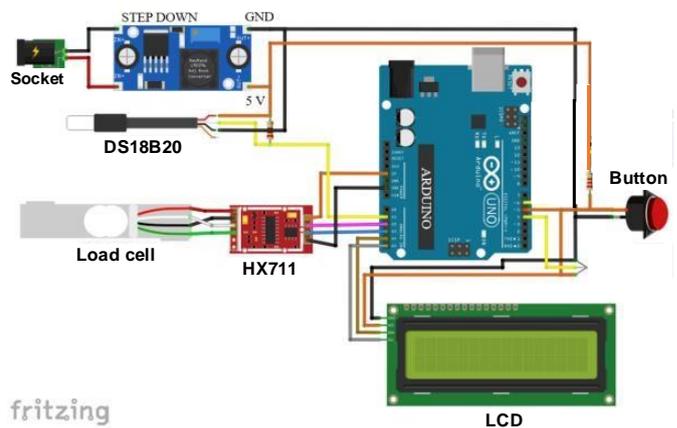
Gambar 3. Diagram blok sistem aktuator

C. Rangkaian Elektrik

Sistem elektrik terdiri dari dua bagian utama, yaitu sistem sensor dan sistem aktuator. Sistem sensor terdiri dari arduino uno, sensor berat (load cell), sensor suhu, tombol tekan, LCD dan *step down* (penurun tegangan). Penggunaan I/O arduino uno ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan desain rangkaian elektrik sistem sensor ditunjukkan pada Gambar 4.

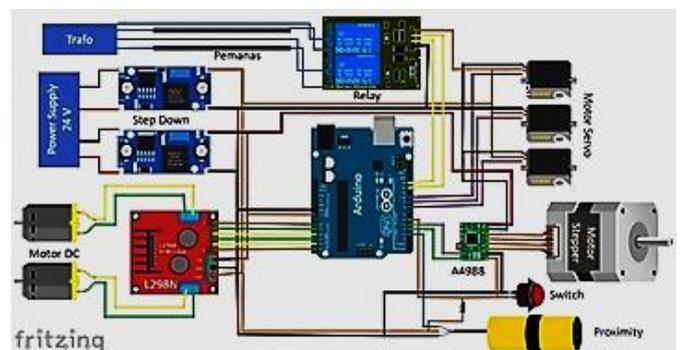
Tabel 1. Penggunaan I/O arduino uno sistem sensor

Komponen	I/O Arduino
Sensor suhu (DS18B20)	A1
Driver Load cell (HX711)	A2, A3
LCD I2C	A4, A5
Sakelar tekan	D5



Gambar 4. Rangkaian sistem sensor

Sistem aktuator pada alat pengemas biji kopi ini meliputi arduino uno, driver motor DC, driver motor stepper, motor servo, sensor proximity, sakelar dan relay. Rangkaian sistem aktuator ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian sistem aktuator

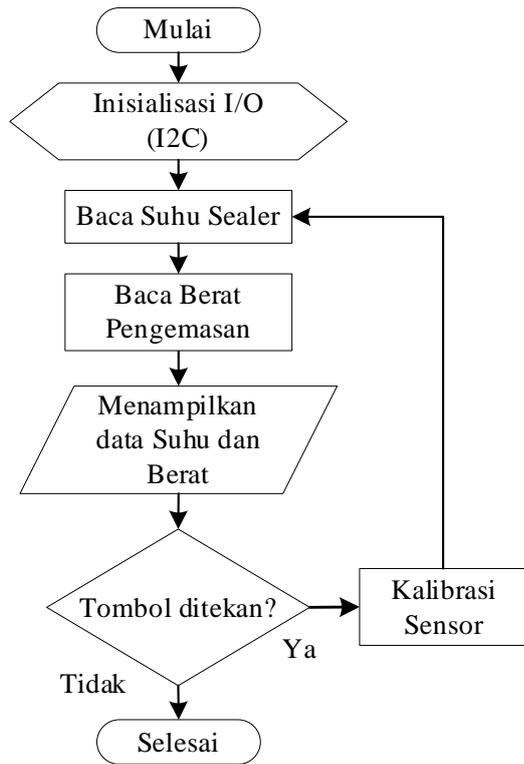
Adapun interkoneksi antara beberapa komponen dengan kontroler (arduino uno) melalui beberapa pin antarmukanya (I/O) ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penggunaan I/O arduino uno sistem aktuator

Komponen	I/O Arduino
Driver Motor DC (L298N)	A0-A5
Driver Motor Stepper (A4988)	D4, D5
Motor Servo 1-3	D8-D10
Sensor proximity	D2
Sakelar tekan	D
Relay 1, 2	12, 13

D. Diagram Alir Sistem

Proses pada bagian sistem pembacaan sensor digambarkan pada Gambar 6 berikut.



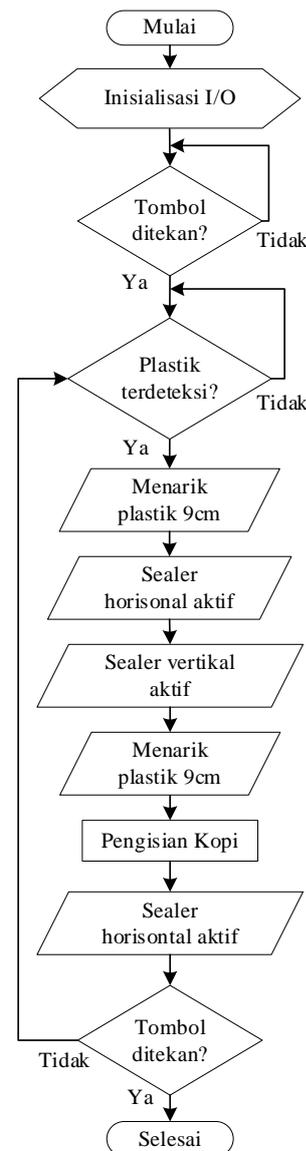
Gambar 6. Diagram alir pembacaan sensor

Berdasarkan Gambar 6 dijelaskan bahwa proses pertama kali yaitu inisialisasi *input* dan *output* (I/O) yang merupakan proses suatu kontroler pada umumnya. Pada sistem pembacaan sensor ini, I/O yang digunakan yaitu komunikasi I2C antara kontroler dengan modul HX711 dan LCD. Proses berikutnya yaitu pembacaan suhu pada sealer (termasuk kalibrasinya) dan pembacaan berat pengemasan. Setelah data suhu dan berat didapat selanjutnya data ditampilkan pada LCD. Proses terakhir yaitu pembacaan input dari tombol tekan (*push button*), jika tombol terdeteksi ditekan maka sistem akan mengkalibrasi ulang sensor berat.

Bagian sistem aktuator merupakan bagian utama yang memproses pengemasan biji kopi. Proses awal yaitu inisiasi I/O, yang kemudian dilanjut proses pembacaan tombol. Jika tombol ditekan maka sistem akan lanjut ke proses berikutnya, jika tidak ditekan maka sistem akan menunggu (*stanby*). Ketika kondisi *stanby*, maka sistem dalam kondisi tidak aktif. Proses selanjutnya setelah tombol ditekan, plastik ditarik oleh gripper dari atas ke bawah sepanjang 9cm untuk persiapan bahan kemasan kopi. Acuan panjang ini menggunakan teknik *delay* saat proses menarik plastik tersebut. Selanjutnya plastik akan disegel bagian bawah (sealer horisontal) dan bagian sampingnya (sealer horisontal). Bentuk plastik sebelumnya merupakan lembaran yang kemudian dilengkungkan

menggunakan pipa PVC supaya membentuk kantong. Setelah itu, plastik kembali ditarik sepanjang 9cm.

Proses berikutnya kopi pada *hopper tank* akan dipindahkan ke plastik kemasan melalui mekanisme pembukaan katup. Setelah ukuran berat pengemasan sudah sesuai, maka katup akan menutup kembali. Supaya kemasan tertutup rapat, kemudian pada proses yang terakhir yaitu perekatan plastik pada bagian atas (sealer horisontal). Untuk menghentikan proses pengemasan, tombol ditekan kembali maka proses akan berhenti. Gambaran proses ini ditunjukkan pada Gambar 7.

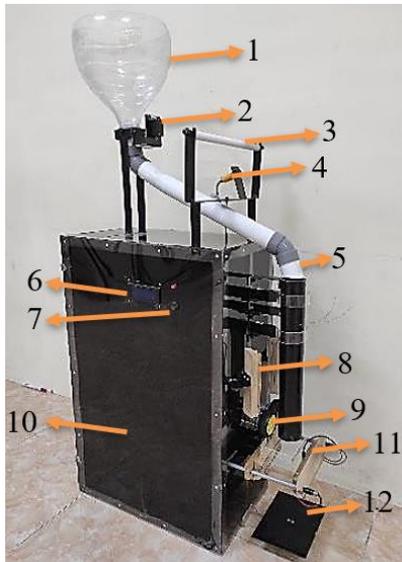


Gambar 7. Diagram alir pengemasan biji kopi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Alat

Perancangan alat pengemas biji kopi otomatis yang telah direalisasikan ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Bentuk alat pengemas biji kopi

Berdasarkan Gambar 8 bagian-bagian dari alat pengemas biji kopi yaitu:

1. *Hopper Tank*, berfungsi untuk menempatkan biji kopi yang akan dikemas.
2. Katup, yang berfungsi untuk mengeluarkan biji kopi dari *hopper tank* sehingga kopi dapat berpindah menuju wadah kemasan.
3. *Roller*, berfungsi untuk menempatkan plastik/bahan kemasan dalam bentuk gulungan.
4. Sensor proximity, digunakan untuk mendeteksi plastik kemasan.
5. Pipa PVC, digunakan untuk mengubah lembaran plastik kemasan menjadi bentuk tabung serta membantu/memudahkan biji kopi masuk ke dalam plastik kemasan.
6. LCD, berfungsi untuk menampilkan data-data sensor dan juga informasi status proses yang sedang berjalan.
7. Bagian ini merupakan sebuah sakelar yang berfungsi menyambung dan memutuskan arus listrik pada keseluruhan sistem.
8. *Sealer* vertikal, pada bagian ini terdapat pemanas yang berfungsi untuk merekatkan plastik kemasan pada bagian sisi samping.
9. *Grip roller*, berfungsi sebagai penarik plastik kemasan.

10. Bodi, merupakan bagian utama dari mekanik yang berfungsi mengintegrasikan semua sistem mekanik. Selain itu didalamnya digunakan untuk menempatkan sistem elektrik yang berfungsi sebagai pengendali alat.
11. *Sealer* horisontal, pada bagian ini terdapat pemanas yang berfungsi untuk merekatkan plastik kemasan pada bagian bawah.
12. Sensor berat (load cell), berfungsi untuk menimbang berat biji kopi.

B. Pengujian Sensor Proximity

Pengujian sensor proximity bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif sensor yang digunakan untuk mendeteksi obyek plastik kemasan yang transparan. Pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan objek sejajar dengan permukaan sensor yang mendeteksi objek, objek yang digunakan adalah plastik bening atau transparan. Pengujian dilakukan dengan jarak tertentu hingga sensor tidak dapat membaca keberadaan objek tersebut. Hasil dari pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor proximity

No	Jarak Obyek (cm)	Respon Sensor
1	5	Mendeteksi
2	10	Mendeteksi
3	15	Mendeteksi
4	20	Mendeteksi
5	25	Mendeteksi
6	30	Mendeteksi
7	35	Mendeteksi
8	40	Tidak Mendeteksi
9	45	Tidak Mendeteksi
10	50	Tidak Mendeteksi

Berdasarkan hasil pengujian sensor proximity dapat diketahui bahwa pada rentang jarak antara sensor dengan obyek berupa plastik kemasan sejauh 5 cm sampai dengan 35 cm sensor proximity mampu mendeteksi obyek plastik transparan. Pada jarak sejauh lebih dari 40 cm sensor sudah tidak mampu mendeteksi plastik tersebut. Pada perancangan alat pengemas biji kopi, jarak antara sensor dengan plastik kemasan sejauh 5 cm, sehingga harapannya pendeteksian plastik kemasan saat proses pengemasan akan berjalan dengan lancar.

C. Pengujian Sensor Berat

Sensor berat digunakan untuk pengukuran berat kopi yang telah masuk dalam plastik kemasan. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran berat antara sensor dengan alat timbangan. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat keakurasian pengukuran berat pada sistem pengemas biji kopi yang dirancang. Proses pengujian sensor berat ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Proses pengujian sensor berat

Pengujian sensor berat dilakukan menggunakan benda dengan berat antara 50gram sampai dengan 2000gram dan variannya sebanyak 7 sampel. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa sensor berat yang digunakan untuk mengukur berat memiliki tingkat akurasi sebesar 99,87% atau tingkat error sebesar 0,13%. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian sensor berat

Timbangan (gm)	Load Cell (gm)	Selisih (gm)	Error (%)
50	51	1	0,1
100	99	1	0,1
200	200	0	0
250	250	0	0
500	501	1	0,2
1000	1002	2	0,2
2000	2007	7	0,35
Rata-rata		1,7	0,13

D. Pengujian Sistem Penakar Biji Kopi

Sistem penakar biji kopi terdiri dari Katup dan sensor berat. Kedua bagian ini berkerja secara terintegrasi melalui bagian kontroler. Sistem ini diuji untuk mengetahui tingkat akurasinya dalam menakar biji kopi yang dikemas menggunakan plastik. Set poin berat yang digunakan yaitu 250gram dan dilakukan pengujian sebanyak 7 kali. Hasil pengujian sistem penakar biji kopi ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian sistem penakar biji kopi

Percobaan ke	Ukuran Kemasan (gm)	Berat (gm)	Selisih (gm)	Error (%)
1	250	218	32	12
2		235	15	6
3		238	12	4,84
4		261	11	4,4
5		243	7	2,8
6		246	4	1,6
7		255	5	2
Rata - rata		242	12	4,8

E. Pengujian Sealer

Bagian sealer berfungsi untuk proses sealing. Sealing merupakan proses perekatan dua lapis plastik yang digunakan sebagai wadah kemasan biji kopi supaya kemasan dapat tertutup rapat. Perekatan plastik ini menggunakan proses pemanasan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem sealer. Hasil pengujian sealing ditunjukkan pada Gambar 10 dan Tabel 6.



Gambar 10. Hasil proses sealing plastik kemasan

Pada Gambar 10 ditampilkan beberapa hasil dari proses sealing plastik kemasan. Dari tiga hasil yang ditampilkan terdapat dua yang berhasil dan satu yang gagal. Dapat dilihat dibagian yang tengah terdapat sisi yang putus karena terlalu meleleh sehingga berlubang pada sisi tersebut, sedangkan pada bagian atas dan bawah tidak ada sisi yang meleleh, sehingga kemasan dapat tertutup rapat.

Tabel 6. Hasil pengujian plastik kemasan

Percobaan ke	Hasil Sealing	Keterangan
1	Berhasil	Rapat semua
2	Gagal	Sepuluh berlubang
3	Berhasil	Rapat semua
4	Berhasil	Rapat semua
5	Berhasil	Rapat semua
6	Berhasil	Rapat semua
7	Berhasil	Rapat semua
8	Gagal	Sepuluh berlubang
9	Gagal	Sepuluh berlubang
10	Berhasil	Rapat semua

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa dari sepuluh kali percobaan, terdapat tiga kali gagal dalam melakukan proses sealing plastik kemasan. Hal ini dapat diartikan presentase keberhasilannya adalah sebesar 70%. Faktor penyebab kegagalan dapat dipengaruhi oleh suhu pemanasan yang terlalu tinggi (*overheat*) sehingga menyebabkan plastik kemasan sampai meleleh.

F. Pengujian Pengemasan

Pengujian pengemasan merupakan pengujian fungsional dari alat pengemas biji kopi otomatis. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat tersebut dalam mengemas biji kopi secara otomatis. Acuan keberhasilan alat dalam mengemas biji kopi adalah perbedaan ukuran kemasan yang dihasilkan tidak terlalu jauh berbeda dengan nilai set poin yang digunakan. Ukuran kemasan tersebut meliputi berat dan panjang kemasan. Set poin berat yang digunakan yaitu 250gram per kemasan dan panjang kemasan adalah 15cm. Hasil dari pengujian ini ditunjukkan pada Gambar 11 data Tabel 7.



Gambar 11. Hasil proses pengemasan biji kopi

Tabel 7. Hasil pengujian pengemasan biji kopi

Percobaan ke	Load Cell	Panjang Kemasan	Hasil
1	287 g	15 cm	Berhasil
2	172 g	16 cm	Berhasil
3	257 g	15 cm	Berhasil
4	294 g	15,5 cm	Berhasil
5	293 g	15 cm	Berhasil
6	299 g	14,5 cm	Berhasil
7	265 g	16 cm	Berhasil
8	102 g	10 cm	Gagal

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa dari semua percobaan hanya sekali saja yang gagal atau dengan hasil ukuran berat dan dimensinya cukup jauh berbeda dengan set point yang digunakan. Presentase keberhasilan dari alat pengemasan ini yaitu sebesar 87,5%. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor mekanik (penarik plastik) dan juga elektrik (sensor berat).

IV. KESIMPULAN

Rancang bangun alat pengemas biji kopi telah berhasil dilakukan. Sistem penakar berat kemasan dan sealer dapat berfungsi dengan baik. Informasi nilai berat kemasan kopi, nilai suhu sealer, deteksi plastik kemasan dan status proses pengemasan dapat ditampilkan pada LCD. Dari hasil pengujian alat pengemas biji kopi mampu mengemas biji kopi secara otomatis. Untuk pengembangan sistem, dapat menggunakan penimbangan terlebih dahulu sebelum pengemasan supaya sensor berat tidak terinterferensi oleh gaya dari biji kopi yang jatuh ke plastik kemasan.

REFERENSI

- [1] Z. N. Fauzi dan H. Widiatoro, "Perancangan Mesin Pengereng Biji Kopi Semi Otomatis Kapasitas 25 kg," *Pros. 12th Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, hal. 4–5, 2021.
- [2] S. Septi, S. F. T. Yoga, dan Syufijal, "Prototipe Sistem Pengisian Butir (Granule) Menggunakan Sensor Berat Berbasis PLC (Prgrammable Logic Controller)," *Autocracy*, vol. 4, no. 1, hal. 10–19, 2017, doi: 10.21009/autocracy.04.1.2.
- [3] B. S. Sihombing, Sumarno, Ika Okta Kirana, Poningsih, dan Irawan, "Rancang Bangun Alat Pengereng Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *STORAGE J. Ilm. Tek. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 1, hal. 8–15, 2022, doi: 10.55123/storage.v1i1.155.
- [4] R. M. Alfi, A. Sugiharto, M. Haryanti, dan B. Yulianti, "Perancangan Sistem Packing Beras Otomatis Menggunakan Arduino Uno," *J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, hal. 116–126, 2019.
- [5] E. Dian wijayanti, "10 Kemasan Kopi Terbaik dan Terlaris 2023," 2023. <https://www.twinspaceindonesia.com/blog/10-kemasan-kopi/> (diakses 30 November 2023).
- [6] I. N. Sucipta, K. Suriasih, dan P. K. D. Kenacana, *Pengemasan pangan kajian pengemasan yang aman, nyaman, efektif dan efisien*. 2017.
- [7] S. P. Sutisna dkk., "Rancang bangun dan pengujian sistem filling pada mesin packaging otomatis berbasis microcontroller," vol. 2, no. 1, hal. 1–7, 2023.
- [8] Imran, S. W. Sidehabi, dan M. fadli Aziz, "Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengisi Kemasan Bubuk Kopi Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor Infrared Dan Load Cell," 2021, hal. 12–17.
- [9] Z. Zaenurohman, G. M. Aji, dan H. Susanti, "Rancang Bangun Sistem Pengisian Otomatis Merica Bubuk Berbasis Kontroler Arduino Nano," *Infotekmesin*, vol. 14, no. 2, hal. 345–353, 2023, doi: 10.35970/infotekmesin.v14i2.1923.