



Embedded System

Rancang Bangun Pengemasan Produk Kacang Goreng Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Yusni Hasanah¹, Nefy Puteri Novani^{*2}^{1,2} Teknik Komputer, FTI Universitas Andalas Limau Manis Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163 Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: 19 Maret 2024
 Revised: 22 April 2024
 Available online: 30 April 2024

KEYWORDS

Arduino Mega2560, servo motor, KY-008 laser sensor, laser receiver sensor, tube volume

CORRESPONDENCE

E-mail: nefyputeri@it.unand.ac.id

A B S T R A C T

The working system of this Automatic Fried Bean Product Packaging tool uses Arduino Mega2560 as a microcontroller, then a screw on the funnel to accelerate the descent of the product into the packaging plastic and prevent blockages, infrared sensors to detect product availability in storage containers. The tool made uses volume measurements to minimize error on the scales using a load cell sensors. The type of research used in making the final assignment is action research which is carried out carefully, logically and systematically. The conclusions of this research are (1) The system can detect the supply of fried peanuts in the funnel/silo using infrared FC-51 sensor with a distance range of 1 – 8 cm. (2) The system can read the mass input selected by user, namely 75 g, 100 g, and 150 g with a push button and displayed through the LCD. (3) The system can fill the fried peanuts into packages according to the mass that has been set through the KY-008 laser sensor and laser receiver, using the tube volume formula with a percentage error of 4.5% for a mass of 75 grams, 3.83% for a mass of 100 grams, and 5.41% for a mass of 150 grams. (4) The system can perform the package closing process using servo motors, heating elements, and stepper motors. The duration of time required by the heating element in gluing the plastic ranges from 3 to 4 seconds.

PENDAHULUAN

Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) di Indonesia tumbuh berkembang dan semakin meluas bidang usahanya. Banyak diantaranya belum mempersiapkan diri untuk menghadapi era revolusi industri 4.0 ditandai dengan belum terbiasanya para UMKM menggunakan teknologi digital [1]. Salah satu UMKM yang banyak diminati dan berkembang di Sumatera Barat adalah UMKM produksi keripik sanjai. UMKM produksi keripik sanjai tidak hanya menyediakan keripik sanjai, namun juga berbagai macam jenis makanan lain salah satunya yaitu kacang goreng. Penerapan teknologi dalam UMKM produksi keripik sanjai masih minim ditemukan, seperti pengemasan produk yang dilakukan secara manual.

Penggunaan tenaga manusia mempunyai kecenderungan semakin berkurang kecepatannya ketika semakin banyak tenaga yang dikeluarkan, berakibat berkurangnya kualitas dari pengemasan itu sendiri dan akan berdampak pada besarnya pengeluaran biaya produksi. Pengemasan otomatis membuat proses bekerja secara

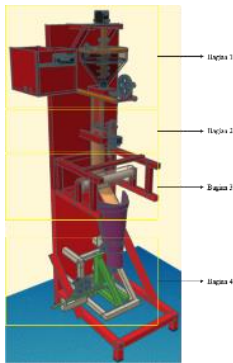
berkelanjutan serta tahapannya lebih spesifik yang membuat kualitas dan kuantitas produk yang dikemas menjadi lebih banyak dan menarik, sehingga membuat konsumen tertarik untuk membeli produk tersebut [2].

Sistem pengemasan produk otomatis yang dibuat ini diharapkan mampu untuk mengurangi pengeluaran biaya produksi. Untuk mengatasi kekurangan dari penelitian sebelumnya, penulis tertarik merancang sebuah sistem pengemasan produk otomatis berbasis mikrokontroler. Sistem kerja dari alat ini adalah sebuah alat pengemasan produk otomatis menggunakan Arduino Mega2560 sebagai mikrokontroler, kemudian menggunakan *screw* pada corong untuk mempercepat turunnya produk ke dalam plastik pengemasan serta mencegah terjadinya penyumbatan, sensor *infrared* untuk mendeteksi ketersediaan produk dalam wadah penampungan. Alat yang dibuat menggunakan ukuran volume untuk meminimalisir *error* pada timbangan menggunakan sensor *load cell*.

PERANCANGAN SISTEM

Rancangan Umum Sistem

Bentuk rancangan umum sistem ditunjukkan pada Gambar 3.1.

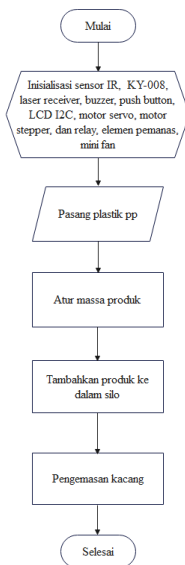


Gambar 3. 1 Rancangan Umum Sistem

Rancangan umum system terdiri dari empat bagian utama, yaitu bagian 1 (silo penampungan kacang), bagian 2 (tabung untuk mengukur volume kacang), bagian 3 (mekanika pembentukan plastic kemasan), dan bagian 4 (proses perekatan/sealer plastik)

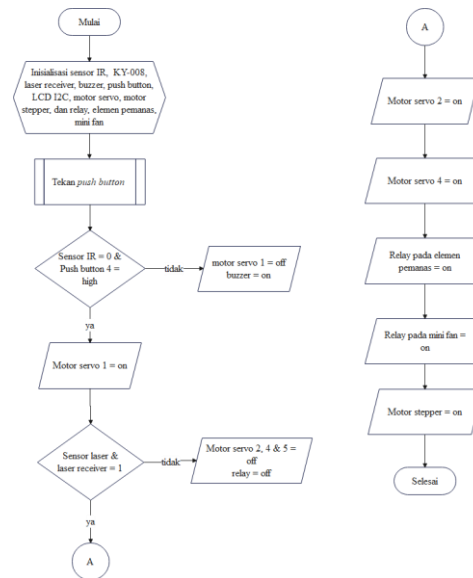
Rancangan Proses

Secara sistematis, alur fungsi sistem secara umum ditunjukkan pada Gambar 3.7



Gambar 3. 2 Flowchart Rancangan Proses

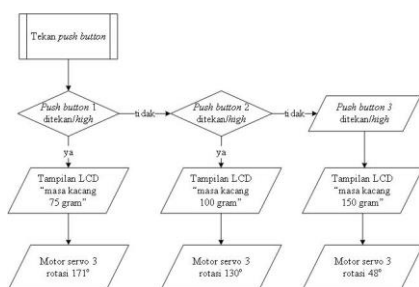
Berdasarkan gambar 3.7 flowchart rancangan proses, pada bagian awal dilakukan inisialisasi seluruh komponen yang akan digunakan, seperti sensor IR, sensor laser (KY-008), laser receiver, buzzer, push button, LCD, motor servo, motor stepper, relay, elemen pemanas kawat nikelin dan mini fan. Setelah dilakukan inisialisasi, plastik pp yang akan digunakan untuk kemasan dipasang pada bagian jalur plastik. Kemudian di atur massa kacang yang akan dikemas melalui push button, setelah itu masukkan kacang ke dalam corong penampungan/ silo. Kacang goreng masuk ke proses pengemasan dan produk siap untuk dikemas.



Gambar 3. 3 Flowchart Rancangan Perangkat Lunak

Flowchart rancangan perangkat lunak menjelaskan bagaimana sensor dan aktuator bisa saling terhubung. Dimulai dari inisialisasi sensor dan perangkat keras yang digunakan. Sistem dimulai ketika push button ditekan, selanjutnya produk kacang goreng akan ditambahkan ke dalam silo/ corong yang berfungsi untuk menyimpan kacang. Di dalam silo ini terdapat sensor IR-FC 51 yang berfungsi untuk mendeteksi objek di dalam corong. Saat sensor IR berlogika low/ 0 itu berarti terdapat objek yang menghalangi pembacaan sensor. Setelah ditambahkan kacang ke dalam silo, harus ditekan push button 4 supaya motor servo 1 hidup/ on. Motor servo 1 akan memutar screw supaya kacang tidak tersumbat, dan berjalan lancar saat turun ke proses pengemasan. Ketika sensor IR berlogika high/ tidak mendeteksi objek, buzzer akan bunyi sebagai indikator kacang di dalam corong habis. Selanjutnya masuk ke dalam bagian proses kontrol untuk sistem pengemasan kacang menggunakan sensor laser, laser receiver, motor servo, relay, mini fan, dan motor stepper. Kacang turun dari corong memasuki tabung volume dan akan terukur berdasarkan ketinggian tabung.

Sensor laser dan laser receiver mendeteksi ada atau tidaknya objek di lintasan laser. Jika iya terdeteksi objek/ objek menghalangi sinar laser, sensor laser dan laser receiver akan berlogika high/ 1. Sensor laser KY-008 dan laser receiver sebagai indikator pengisian kacang sesuai volume tabung. Sensor KY-008 sebagai transmitter sinar laser menembus tabung volume dan sensor laser receiver akan bernilai high/1 ketika tidak ada objek yang menghalangi sinar laser, relay untuk elemen pemanas dan mini fan, motor servo 2,4, dan 5 berada dalam kondisi off. Jika objek yang masuk ke dalam tabung sudah menghalangi sinar laser, maka sensor receiver bernilai 1/ logika high. Motor servo 2 akan menggerakkan tabung transparan secara horizontal sehingga objek berpindah ke dalam plastik, selanjutnya motor servo 4 akan aktif untuk merekatkan plastik dan menampung kacang. Kemudian elemen pemanas hidup untuk melelehkan plastik agar bisa direkatkan, dan mini fan hidup setelah pemanas selesai merekatkan plastik supaya plastik tidak rusak saat ditarik motor stepper dalam kondisi meleleh.



Gambar 3. 4 Flowchart Sub Proses Tekan Push Button

Pada Gambar 3.11 terdiri dari 3 buah *push button*, *user* harus memilih ukuran massa produk yang akan dikemas, terdapat 3 pilihan massa yaitu 75, 100, 150 gram. Jika *push button* 1 ditekan, LCD akan menampilkan informasi massa kacang 75 gram, servo 3 akan berotasi sebesar 171°, mengatur sensor laser KY-008 dan sensor laser *receiver* pada ketinggian 4,12 cm. Jika *push button* 2 ditekan, LCD akan menampilkan informasi massa kacang 100 gram, servo 3 akan berotasi sebesar 130°, mengatur sensor laser KY-008 dan sensor laser *receiver* pada ketinggian 5,52 cm. Jika *push button* 3 ditekan, LCD akan menampilkan informasi massa kacang 150 gram, servo 3 akan berotasi sebesar 48°, mengatur sensor laser KY-008 dan sensor laser *receiver* pada ketinggian 5,52 cm.

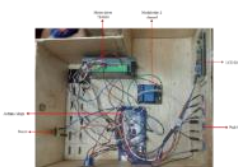
IMPLEMENTASI

Implementasi Perangkat Keras



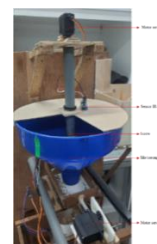
Gambar 4. 1 Bagian 1

Bentuk implementasi perangkat keras pada sistem terdiri dari beberapa bagian untuk memperjelas masing-masing perangkat keras yang ada pada sistem, bagian 1 ditunjukkan pada gambar 4.1, terdiri dari empat buah *push button*, dan LCD I2C.



Gambar 4. 2 Bagian 2

Bentuk susunan kotak alat ditunjukkan pada gambar 4.2, terdiri dari Arduino Mega2560, motor servo, motor stepper, motor driver TB6600, *buzzer*, modul *relay 2 channel*, *push button*, dan LCD I2C.



Gambar 4. 3 Bagian 3

Pada Gambar 4.3 bagian 3 ditunjukkan bentuk penempatan silo/corong sebagai tempat menyimpan kacang, motor servo 1, sensor IR- FC 51 untuk mendeteksi kacang goreng di dalam silo, *screw* dan motor servo 2.



Gambar 4. 4 Bagian 4

Bentuk implementasi perangkat keras bagian 4 pada sistem ditunjukkan pada gambar 4.4 terdiri dari tabung transparan, sensor laser ky-008, sensor laser *receiver*, dan motor servo 3.



Gambar 4. 5 Bagian 5

Bentuk implementasi perangkat keras bagian 5 pada sistem ditunjukkan pada gambar 4.5 terdiri dari motor stepper, motor servo 4, motor servo 5, elemen pemanas kawat nikelin, dan *mini fan*.

Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak pada sistem berupa program terhadap masing-masing komponen perangkat keras yang digunakan terdiri dari 4 bagian, bagian 1 (*push button*, LCD I2C, dan motor servo 3), bagian 2 (sensor IR-FC 51, motor servo 1, dan *buzzer*), bagian 3 (sensor laser ky-008, sensor laser *receiver*, dan motor servo 2, 4, dan 5, relay, motor stepper)

- Implementasi perangkat lunak menggunakan Arduino IDE untuk *sketch* bagian 1 dalam pembacaan 4 buah *push*
- Implementasi perangkat lunak menggunakan Arduino IDE untuk *sketch* bagian 2 dalam pembacaan sensor IR-FC 51, motor servo 1, dan *buzzer*.
- Implementasi perangkat lunak menggunakan Arduino IDE untuk *sketch* bagian 3 dalam membaca sensor laser, laser *receiver*, motor servo 4, dan 5, motor stepper, *relay*, dan *mini fan*.

Pengujian dan Analisis Perangkat Keras

Pengujian Sensor IR-FC 51

Tabel 4. 1 Pengujian Sensor IR-FC 51

Jarak (cm)	Output Sensor IR	Keterangan
1	0	Objek terdeteksi
2	0	Objek terdeteksi
3	0	Objek terdeteksi
4	0	Objek terdeteksi
5	0	Objek terdeteksi
6	0	Objek terdeteksi
7	0	Objek terdeteksi
8	0	Objek terdeteksi
9	1	Objek tidak terdeteksi
10	1	Objek tidak terdeteksi

Berdasarkan Tabel 4.1 hasil pengujian sensor IR-FC 51, pada saat terhalang oleh objek, sensor IR menghasilkan nilai 0, sedangkan pada saat sensor tidak terhalang oleh objek *output* bernilai 1. Sensor IR dapat mendeteksi benda dengan rentang jarak 1 - 8 cm, meskipun rentang jarak sensor IR bisa mencapai 30 cm dengan cara memutar potensiometer pada sensor IR, namun pada penelitian ini tidak diatur dalam jarak yang terlalu tinggi karena sensor IR berada dalam corong penampungan kacang dengan ketinggian 10 cm.



Pengujian Sudut Motor Servo




Pengujian ini dilakukan untuk menentukan besar sudut rotasi yang dibutuhkan motor servo sehingga dapat mengubah gerakan rotasi menjadi linear.

a) Motor Servo 2

Motor servo 2 menggerakkan *rack* (bagian linear) untuk memindahkan tabung transparan, dengan jarak perpindahan 0 – 6,7 cm. Terlihat pada tabel 4.2 pengujian sudut motor servo 2, posisi tabung transparan berada pada 0 cm saat tabung masih terisi oleh objek, hal ini disebabkan karena sensor laser *receiver* masih menerima sinyal laser, dibutuhkan perputaran sudut servo 2 sebesar 105°. Pada saat tabung transparan sudah terisi dan objek menutupi sensor laser, tabung transparan berpindah sejauh 6,7 cm sehingga kacang masuk ke dalam tabung pengemasan plastik, dibutuhkan perputaran sudut servo 2 sebesar 0°.

Tabel 4. 2 Pengujian Sudut Motor Servo 2






Besar Sudut	Perpindahan <i>Rack</i>	Posisi Mekanik Tabung Transparan
0°	6,7 cm	
30°	4,6 cm	

60°	2,9 cm	
90°	1,6 cm	
105°	0 cm	

b) Motor Servo 3

Motor servo 3 menggerakkan *rack* (bagian linear) sensor laser dan laser *receiver*, pada posisi yang diinginkan. Terlihat pada tabel 4.4 pengujian sudut motor servo 3, posisi sensor laser dan laser receiver berada pada ketinggian 10 cm saat perputaran sudut servo 3 sebesar 0°. Posisi sensor laser dan laser receiver berada pada ketinggian 3,8 cm saat perputaran sudut servo 3 sebesar 180°. posisi motor servo 3 diatur sesuai dengan ketinggian yang dibutuhkan untuk massa 75 gram, 100 gram, dan 150 gram.

Tabel 4. 3 Pengujian Sudut Motor Servo 3

Besar Sudut	Perpindahan <i>Rack</i>	Posisi Mekanik Sensor KY-008 dan Laser Receiver
0°	10 cm	
30°	8,9 cm	
90°	6,8 cm	
150°	4,9 cm	
180°	3,8 cm	

Dapat dihitung persamaan regresi linear. Variabel x merupakan besar sudut servo, dan variabel y merupakan jarak perpindahan *rack*.

Tabel 4. 4 Pengujian Regresi Linear Motor Servo 3

Uji Coba	X	Y	XY	X ²
1	0	10	0	0
2	30	8,9	267	900
3	90	6,8	612	8100
4	150	4,9	735	22500
5	180	3,8	684	32400
Σ	450	34,4	2298	63900

- Menghitung nilai konstanta a dan b

$$b = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2} = \frac{5(2298) - (450)(34,4)}{5(63900) - (202500)}$$

$$= \frac{(11490) - (15480)}{(319500) - (202500)}$$

$$b = \frac{-3990}{117000} = -0,0341$$

$$a = \frac{(\sum Y_i) - b(\sum X_i)}{n} = \frac{(34,4) - (-0,0341)(450)}{5}$$

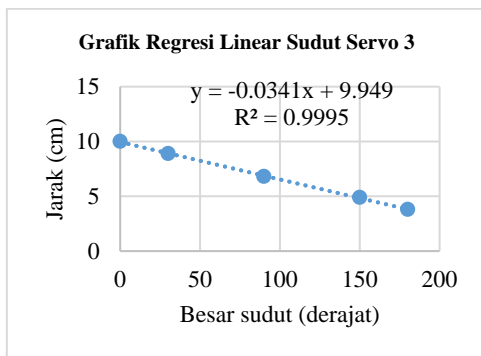
$$= \frac{(34,4) - (-15,345)}{5}$$

$$a = \frac{49,745}{5} = 9,949$$

- Membuat persamaan regresi linear

$$Y = a + bX$$

$$Y = 9,949 + (-0,0341)X = 9,949 - 0,0341X$$



Gambar 4. 6 Grafik Regresi Linear Servo 3

Bentuk grafik regresi linear motor servo 3 ditunjukkan pada Gambar 4.14, data besar sudut servo dan perpindahan rack yang telah diperoleh pada percobaan secara manual sesuai Tabel 4.5, sumbu x merupakan besar sudut servo, dan sumbu y merupakan jarak perpindahan rack yang diperoleh sesuai sumbu x. R² merupakan koefisien determinasi yang menunjukkan tingkat kesesuaian model. Nilai R² adalah 0,99 yang merupakan tingkat kesesuaian yang sangat baik, dengan kata lain 99% variabel dependen (nilai-y) dijelaskan oleh variabel independen (nilai-x), melalui persamaan regresi linear dapat ditentukan besarnya sudut motor servo 3 yang dibutuhkan untuk mengatur posisi sensor laser dan laser receiver sesuai dengan tinggi volume massa 75 gram, 100 gram, dan 150 gram, dengan mensubstitusikan nilai y.

c) Motor Servo 4

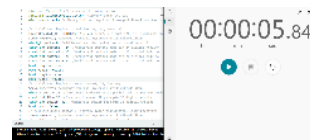
Motor servo 4 menggerakkan rack (bagian linear) untuk memindahkan kawat pemanas, dengan rentang jarak 0 – 6 cm. terlihat pada table 4.6 pengujian sudut motor servo 4, elemen pemanas saat belum melakukan seal plastik berada pada posisi 6 cm dibutuhkan perputaran sudut servo 4 sebesar 0°, dan ketika

elemen pemanas saat melakukan seal plastik jarak perpindahan rack nya sejauh 0 cm, dengan besar sudut servo 95°.

Tabel 4. 5 Pengujian Sudut Motor Servo 4

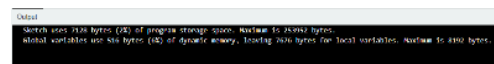
Besar sudut	Perpindahan Rack	Posisi Mekanik Elemen Pemanas
0°	6 cm	
15°	5 cm	
50°	2,5 cm	
75°	1 cm	
95°	0 cm	

Pengujian dan Analisis Perangkat Lunak



Gambar 4. 7 Waktu Upload Program

Pada Gambar 4.16 merupakan waktu eksekusi yang dibutuhkan untuk melakukan proses compile terhadap program yang telah dibuat. Waktu yang dibutuhkan untuk eksekusi program hingga upload ke mikrokontroler Arduino Mega2560 adalah selama 5 detik.



Gambar 4. 8 Penggunaan Memori pada Program

Pada Gambar 4.14 menunjukkan penggunaan memori. Berdasarkan hasil compile program.ino terlihat penggunaan

memori sebesar 7128 bytes atau 2% ruang penyimpanan program dengan maksimal ruang penyimpanan sebesar 253952 *byte*, ruang penyimpanan ini berfungsi untuk menyimpan *sketch* Arduino. Berdasarkan pemakaian memori ini dapat disimpulkan bahwa program masih berjalan dengan baik karena tidak sampai mencapai batas maksimum penggunaan memori.

Pengujian dan Analisis Sistem

Pengujian dan Analisis Deteksi Objek

Pengujian dilakukan untuk mendeteksi ketersediaan kacang goreng di dalam silo/ corong. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4. 6 Hasil Pembacaan Objek dalam Corong

Berdasarkan Tabel 4.2 hasil pengujian deteksi objek di dalam silo. Ketika sensor IR mendeteksi objek atau menghasilkan logika 0, *buzzer* dalam kondisi *off*, dan motor servo 1 hidup untuk memutar *screw*. Apabila sensor IR tidak mendeteksi objek atau menghasilkan logika 1, *buzzer* dalam kondisi *on* yang menandakan kacang habis, dan motor servo 1 berhenti bergerak.

Pengujian Massa

Pengujian dilakukan untuk membandingkan hasil keluaran menggunakan rumus volume tabung, sensitifitas sensor laser dan laser *receiver* dalam menentukan massa kacang dengan timbangan digital. Massa yang diuji terdiri dari 3, yaitu 75 gram, 100 gram, dan 150 gram. Menghitung volume tabung menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2. Diketahui massa jenis kacang = 0,641 g/cm³, tinggi tabung 15cm, dengan diameter 6 cm.

- volume untuk massa 75 g = $\frac{75 \text{ g}}{0,641 \text{ g/cm}^3} = 117,005 \text{ cm}^3$
- volume untuk massa 100 g = $\frac{100 \text{ g}}{0,641 \text{ g/cm}^3} = 156,006 \text{ cm}^3$
- volume untuk massa 150 g = $\frac{150 \text{ g}}{0,641 \text{ g/cm}^3} = 234,009 \text{ cm}^3$

$$\text{ketinggian sensor laser untuk massa 75 g} = \frac{\text{volume}}{\pi r^2} = \frac{117,005 \text{ cm}^3}{3,14 \times 3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}} = 4,14 \text{ cm} \approx 4,1 \text{ cm}$$

- besar sudut servo 3, diketahui variable y = 4,1 cm

$$Y = 9,949 - 0,0341X$$

$$4,1 = 9,949 - 0,0341X$$

$$4,1 - 9,949 = -0,0341X$$

$$-5,849 = -0,0341X$$

$$X = 171,52$$

- ketinggian sensor laser untuk massa 100 g =

$$\frac{\text{volume}}{\pi r^2} = \frac{156,006 \text{ cm}^3}{3,14 \times 3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}} = 5,52 \text{ cm} \approx 5,5 \text{ cm}$$

- besar sudut servo 3, diketahui variable y = 5,5 cm

$$Y = 9,949 - 0,0341X$$

$$5,5 = 9,949 - 0,0341X$$

$$5,5 - 9,949 = -0,0341X$$

$$-4,449 = -0,0341X$$

$$X = 130,46$$

- ketinggian sensor laser untuk massa 150 g =

$$\frac{\text{volume}}{\pi r^2} = \frac{234,009 \text{ cm}^3}{3,14 \times 3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}} = 8,28 \text{ cm} \approx 8,3 \text{ cm}$$

- besar sudut servo 3, diketahui variable y = 8,3 cm

$$Y = 9,949 - 0,0341X$$

$$8,3 = 9,949 - 0,0341X$$

$$8,3 - 9,949 = -0,0341X$$

$$-1,649 = -0,0341X$$

$$X = 48,35$$

Pada pengujian ini, sensor laser *transmitter* dan laser *receiver* sebagai indikator kacang sesuai dengan tinggi tabung yang telah diatur melalui derajat posisi motor servo 3. Untuk massa 75 gram, dibutuhkan ketinggian 4,1 cm dan motor servo 3 berotasi sejauh 171°. Untuk massa 100 gram, dibutuhkan ketinggian 5,5 cm dan motor servo 3 berotasi sejauh 130°. Untuk massa 150 gram, dibutuhkan ketinggian 8,3 cm dan motor servo 3 berotasi sejauh 48°. Hasil pengujian volume tabung pada massa 75 gram dapat dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Massa 75 gram

Uji Coba	Massa Yang Diharapkan (gram)	Massa Sebenarnya (gram)	Selisih (gram)
1	75	71,90	3,10
2		72,04	2,96
3		70,00	5
4		70,00	5
5		72,60	2,40
6		71,86	3,14
7		77,27	2,27
8		68,68	6,32
9		69,81	5,19
10		69,19	5,81
11		70,46	4,54
12		75,51	0,51
13		70,79	4,21
14		72,54	2,46
15		71,29	3,71
Rata-rata		71,60	3,77

$$\text{Error (\%)} =$$

$$\frac{|\text{massa yang diharapkan} - \text{massa sebenarnya}|}{\text{massa yang diharapkan}} \times 100\%$$

$$\text{Error (\%)} = \frac{75 - 71,60}{75} \times 100\% =$$

$$\frac{3,4}{75} \times 100\% = 0,045 \times 100\% = 4,5\%$$

Berdasarkan Tabel 4.9, dilakukan 15 kali percobaan hasil massa yang terukur melalui sistem percobaan volume tabung ditimbang dengan timbangan digital, didapatkan nilai rata-rata massa sebenarnya sebesar 71,60 gram, dengan persentase *error* 4,5%, hal ini terjadi karena kacang bukan berupa fluida sehingga terjadi

penumpukan di salah satu sisi tabung yang mengakibatkan permukaan kacang di dalam tabung transparan tidak sejajar. Hasil pengujian volume tabung pada massa 100 gram dapat dilihat pada Tabel 4.10

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Massa 100 gram

Uji Coba	Massa Yang Diharapkan (gram)	Massa Sebenarnya (gram)	Selisih (gram)
1	100	97,71	2,29
2		95,81	4,19
3		96,60	3,40
4		95,11	4,89
5		96,22	3,78
6		98,95	1,05
7		91,21	8,79
8		105,82	5,82
9		100,97	0,97
10		97,69	2,31
11		93,30	6,70
12		101,05	1,05
13		86,01	13,99
14		90,45	9,55
15		95,61	4,39
Rata-rata		96,17	4,88

$$\text{Error (\%)} = \frac{|\text{massa yang diharapkan} - \text{massa sebenarnya}|}{\text{massa yang diharapkan}} \times 100\%$$

$$\text{Error (\%)} = \frac{100 - 96,17}{100} \times 100\% =$$

$$\frac{3,83}{100} \times 100\% = 0,0383 \times 100\% = 3,83\%$$

Berdasarkan Tabel 4.10, dilakukan 15 kali percobaan hasil pengujian untuk massa 100 gram, yaitu membandingkan hasil massa yang terukur melalui sistem percobaan volume tabung ditimbang dengan timbangan digital, didapatkan nilai rata-rata massa sebenarnya sebesar 96,17 gram, dengan persentase *error* 3,83%, hal ini terjadi karena kacang bukan berupa fluida sehingga

terjadi penumpukan di salah satu sisi tabung yang mengakibatkan permukaan kacang di dalam tabung transparan tidak sejajar. Hasil pengujian volume tabung pada massa 150 gram dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Massa 150 gram

Uji Coba	Massa Yang Diharapkan (gram)	Massa Sebenarnya (gram)	Selisih (gram)
1	150	150,94	0,94
2		136,44	13,56
3		146,65	3,35
4		143,90	6,10
5		133,71	16,29
6		146,18	3,82
7		137,73	12,27
8		141,95	8,05
9		140,92	9,08
10		139,70	10,3
11		142,18	7,82
12		137,76	12,24
13		141,63	8,37
14		142,97	7,03
15		145,60	4,40
Rata-rata		141,88	8,24

$$\text{Error (\%)} = \frac{|\text{massa yang diharapkan} - \text{massa sebenarnya}|}{\text{massa yang diharapkan}} \times 100\%$$

$$\text{Error (\%)} = \frac{150 - 141,88}{150} \times 100\% =$$

$$\frac{8,12}{150} \times 100\% = 0,0541 \times 100\% = 5,41\%$$




Pada Tabel 4.11, dilakukan 15 kali percobaan hasil massa yang terukur melalui sistem percobaan volume tabung ditimbang dengan timbangan digital, didapatkan nilai rata-rata massa sebenarnya sebesar 141,88 gram, dengan persentase *error* 5,41%. Massa kacang goreng yang dihasilkan setelah pembungkusan berbeda dengan massa yang seharusnya, hal ini terjadi karena kacang bukan berupa fluida sehingga terjadi penumpukan di salah satu sisi tabung yang mengakibatkan permukaan kacang di dalam tabung transparan tidak sejajar.

Pengujian Perakatan Plastik

Pengujian dilakukan untuk memastikan *sealer* pada plastik terikat sesuai dengan waktu lamanya elemen pemanas

dihidupkan sehingga produk yang dikemas terbungkus dengan rapi dan tertutup rapat.

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Pengemasan Plastik

Uji Coba	Waktu Pemasangan	Bentuk Plastik	Kondisi Plastik
1	1 – 2 s		Plastik belum terikat keseluruhan, masih ada celah
2	3 – 4 s		Plastik terikat dengan baik
3	5 – 6 s		Plastik rusak

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada tiga rentang waktu berbeda, didapatkan hasil pengemasan plastik yang baik selama 2.5 – 3.5 detik. Jika waktu yang diberikan lebih lama dari itu, maka plastik akan meleleh dan rusak, karena kawat nikelin terlalu panas, apabila waktu pengemasan kurang dari 2.5 detik, plastik belum terikat dengan baik, dan masih ada celah udara yang masuk.

Pengujian Efektivitas Waktu Dalam Pengemasan

Tabel 4 13 Tabel Pengujian Efektivitas Dalam Pengemasan

Massa Kacang (gram)	Jenis Pengemasan	Waktu (detik)
75	Manual	40 – 45
	Otomatis	20 - 25
100	Manual	50 - 60
	Otomatis	25 – 30
150	Manual	60 - 75
	Otomatis	30 - 35

- Waktu Pengemasan Masa 75 gram
Proses pengemasan satu bungkus kacang dengan masa 75 gram menggunakan alat otomatis membutuhkan waktu antara 20 hingga 25 detik, secara manual membutuhkan waktu 40 hingga 45 detik.
- Waktu Pengemasan Masa 100 gram
Proses pengemasan satu bungkus kacang dengan masa 100 gram menggunakan alat otomatis membutuhkan waktu antara 25 hingga 30 detik, secara manual membutuhkan waktu 50 hingga 60 detik.
- Waktu Pengemasan Masa 150 gram
Proses pengemasan satu bungkus kacang dengan masa 150 gram menggunakan alat otomatis membutuhkan waktu antara 50 hingga 60 detik, secara manual membutuhkan waktu 1 menit hingga 1 menit 15 detik.

KESIMPULAN

Sistem dapat mendeteksi persediaan kacang goreng di dalam corong/ silo menggunakan sensor *infrared FC-51* dengan rentang

jarak 1 hingga 8 cm. Sistem dapat membaca *input* massa yang dipilih oleh *user* yaitu 75, 100, dan 150 g dengan *push button* dan ditampilkan melalui LCD. Sistem dapat mengisi kacang goreng kedalam kemasan sesuai dengan massa yang telah diatur melalui sensor laser KY-008 dan laser *receiver*, dengan menggunakan rumus volume tabung, untuk mendapatkan ketinggian servo 3 melalui persamaan regresi linear $Y = 9,949 - 0,0341X$, dengan persentase *error* 4,5% untuk massa 75 gram, 3,83% untuk massa 100 gram, dan 5,41% untuk massa 150 gram. Hal ini terjadi karena kacang bukan berupa *fluida* sehingga terjadi penumpukan di salah satu sisi tabung yang mengakibatkan permukaan kacang di dalam tabung transparan tidak sejajar. Sistem dapat melakukan proses penutupan kemasan menggunakan motor servo, elemen pemanas, dan motor stepper. Durasi waktu yang dibutuhkan oleh elemen pemanas dalam merekatkan plastik berkisar antara 3 – 4 detik. Proses pengemasan satu bungkus kacang dengan masa 75 gram menggunakan alat otomatis membutuhkan waktu antara 20 hingga 25 detik secara manual membutuhkan waktu 40 hingga 45 detik. Proses pengemasan satu bungkus kacang dengan masa 100 gram menggunakan alat otomatis membutuhkan waktu antara 25 hingga 30 detik, secara manual membutuhkan waktu 50 hingga 60 detik. Proses pengemasan satu bungkus kacang dengan masa 150 gram menggunakan alat otomatis membutuhkan waktu antara 50 hingga 60 detik, secara manual membutuhkan waktu 1 menit hingga 1 menit 15 detik.

SARAN

Berdasarkan perancangan yang dilakukan untuk rancang bangun sistem pengemasan kacang goreng otomatis berbasis mikrokontroler ini masih terdapat kekurangan. Sehingga, diperlukan pengembangan dan peningkatan kinerja sistem sebagai berikut : Penambahan pemotongan plastik secara otomatis pada saat *sealing horizontal*. Penambahan sistem pendingin berupa radiator untuk bagian elemen pemanas agar mempercepat proses pendingin *sealing* plastik. Menggunakan mekanika volume berupa tabung yang lebih banyak sehingga proses pembagian massa lebih cepat. Menggunakan bahan seperti *stainless steel* sehingga lebih higienis dan tahan lama, dan bagian mekanik alat dibuat lebih presisi.

REFERENCES

- [1] Ayodya, W. 2019. *UMKM 4.0 Strategi UMKM Memasuki Era Digital*. PT Elex Media Komputindo: Jakarta
- [2] Huda, S. , M. Kabib, dan R.Winarso. 2017. Desain automatic line plastic packing cake berbasis mikrokontroler atmega 328. *Prosiding SNATIF*. Vol. [4]:577-584
- [3] Damayanti, E. dan S.R Mandiri. 2019. Sistem pengemasan makaroni berdasarkan berat pada conveyor berbasis mikrokontroler. *Telekontran*. Vol. [7] No. [2]:168-178
- [4] Imran. 2019. Rancang bangun alat pengisi kemasan bubuk kopi berbasis mikrokontroler menggunakan sensor infrared dan load cell. *Tugas Akhir Diploma Tiga*, “tidak diterbitkan”. Politeknik ATI Makassar.
- [5] Hidayat, M.S , L.Pagiling dan M.N.A Nur. 2019. Perancangan sistem pengepakan otomatis berbasis arduino uno menggunakan sensor jarak infra red. *Elektroda*. Vol. [4] No. [1]

- [6] Wicaksono, M.F . 2019. *Aplikasi Arduino dan Sensor*. Penerbit Informatika: Bandung
- [7] Nugroho, A, K.E. Susilo, S. Winardi, dan A. Budijanto. 2022. *Buku Petunjuk Praktikum Mikrokontroler Arduino*. Scopindo Media Pustaka : Surabaya
- [8] Dahl, O.N . 2023. Modul laser Arduino : menghubungkan ky-008 ke Arduino. <https://www.build-electronic-circuits.com/arduino-laser-module-ky-008/>, diakses tanggal 19 Februari 2024, jam 10.09 wib.
- [9] Anonim. Tanpa tahun. Laser transmitter and receiver module with Arduino | ky-008 laser module. <https://srituhobby.com/laser-transmitter-and-receiver-module-with-arduino/>, diakses tanggal 19 Februari 2024, jam 13.17 wib.
- [10] Anonim. 2022. Plastik pp roll. <https://www.kataplant.com/Plastik-PP-Roll.html?o=terbaru>, diakses tanggal 5 April 2023, jam 13.45 wib.
- [11] Hari, B.S . 2019. *Mengenal Bangun Ruang*. Penerbit Duta: Depok
- [12] Anonim. Tanpa tahun. Apa itu regresi linier?. <https://aws.amazon.com/id/what-is/linear-regression/>, diakses tanggal 2 Maret 2024, jam 14.59 wib.
- [13] Kadir, A. 2016. *Simulasi Arduino*. PT Elex Media Komputindo: Jakarta
- [14] Fahmizal, A. Mayub, M. Arrofiq, dan F. Ruciyanti. 2022. *Mudah Belajar Arduino dengan Pendekatan Berbasis Fritzing, Tinkercad dan Proteus*. Deepublish: Yogyakarta.
- [15] Hareva, David Habsara, Andre Wirawan, dan Benny Hardjono. 2020. Optimalisasi penggunaan pendingin ruangan system kelas cerdas. Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi (SISFOTEK). Vol 4
- [16] Faudin, Agus. 2017. Cara mengakses modul display lcd 16x2. <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-modul-45-display-lcd-16x2/>, diakses pada 29 September 2022, jam 20.00 wib.
- [17] Saptaji. 2016. Bekerja dengan I2C LCD dan Arduino. <https://saptaji.com/2016/06/27/bekerja-dengan-i2c-lcd-dan-arduino/#:~:text=Yang%20dimaksud%20dengan%20I2C%20LCD,untuk%20jalur%20data%20maupun%20kontrolnya.,> diakses pada tanggal 4 April 2023, jam 07.00 wib.
- [18] Noviratama, Fezya, Mohammad Hafiz Hersyah. 2022. Pendeteksian Cedera Jatuh Pada Kursi Roda Berbasis Mikrokontroler. *CHIPSET*. 3, 02 (Oct. 2022),111-119. DOI:<https://doi.org/10.25077/chipset.3.02.111-119.2022>.
- [19] Anonim. Tanpa tahun. Heating wire. https://tempsens.co.id/product-category/industrial-heaters/heating-wire/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiA29auBhBxEiwAnKcSqhKlGdwpnkD70-2kco-_ep9AoaLwY0iIwvY_DN-Cfx-fvpVAbZE1zxoCnRcQAvD_BwE, diakses pada tanggal 22 Februari 2024, jam 13.16 wib
- [20] Naim, M. 2021. *Buku Ajar Sistem Kontrol dan* <https://doi.org/10.25077/chipset.5.01.49-57.2024>
- Kelistrikan Mesin*. PT. Nasya Expanding Management : Pekalongan.
- [21] Wicaksono, M.F . 2019. *Aplikasi Arduino dan Sensor*. Penerbit Informatika: Bandung
- [22] Sendari, S. , I.M. Wirawan, dan M. Nasrulloh. 2021. *Sensor Transduser*. Ahlimedia Press: Malang.
- [23] Anonim. Tanpa tahun. TB6600 stepper motor driver. https://makerhardware.net/wiki/doku.php?id=electronics:tb6600_0_stepper_motor_driver, diakses pada tanggal 22 Februari 2024, jam 13.28 wib.
- [24] Setiawardhana, S. Wasista, dan D.A Saraswati. 2019. *19 Jam Belajar Cepat Arduino*. Bumi Aksara: Jakarta
- [25] Wijaya, F.D . 2020. *Panduan Praktikum Mesin Listrik Dasar dan Mesin Listrik Lanjut Laboratorium Teknik Tenaga Listrik*. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta
- [26] Djufri, I.A . 2022. *Transformator*. Deepublish : Yogyakarta.
- [27] Khakim, L., Ida A., Nurohim. 2022. *Implementasi Mikrokontroler dan Sensor MQ2 pada Sistem Proteksi Kebocoran Gas LPG Rumah Tangga*. Penerbit NEM : Pekalongan

AUTHOR(S) BIOGRAPHY



Yusni Hasanah, S.T

Menempuh Pendidikan S-1 di Fakultas Teknologi Informasi Departemen Teknik Komputer, Universitas Andalas.