

Rancang Bangun Alat Pengemasan Gula Pasir Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Lilik Hari Santoso¹, Achmad Anwari², Riski Subagja³

¹²³Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Indonesia
Email: lilik.hs@yahoo.com, ar sawimax@gmail.com, riskisubagja002@gmail.com

Received 29 Agustus 2025 | Revised 08 September 2025 | Accepted 22 September 2025

ABSTRAK

Penakaran dan pengemasan gula pasir secara manual masih umum digunakan oleh pelaku usaha kecil dan menengah, namun proses ini memerlukan waktu dan rawan kesalahan dalam penimbangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengemasan gula pasir otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi proses penakaran. Sistem ini mengintegrasikan sensor load cell HX711 untuk pengukuran berat, LCD I2C untuk tampilan informasi, keypad sebagai input berat, serta dua buah motor servo untuk mengatur aliran gula dari hopper ke dalam kemasan. Sensor photoelectric digunakan untuk mendeteksi ketersediaan gula sebelum proses penakaran dimulai. Pengujian dilakukan pada tiga variasi berat (250gr, 500gr, dan 750gr) dengan dua kapasitas hopper berbeda (1 kg dan 3 kg). Hasil pengujian menunjukkan sistem memiliki tingkat rata-rata prosentasi error sebesar 2,02% hingga 2,99%, yang masih berada dalam batas toleransi pengemasan. Selain itu, sistem juga memiliki standar deviasi yang relatif kecil, menandakan stabilitas dalam pembacaan berat.

Kata Kunci: pengemasan otomatis, mikrokontroler, load cell, servo, sensor photoelectric.

ABSTRACT

Manual weighing and packaging of granulated sugar is still commonly used by small and medium enterprises, but the process is time-consuming and prone to weighing inaccuracies. This research aims to design and develop an automatic granulated sugar packaging tool based on the Arduino Mega 2560 microcontroller to improve efficiency and accuracy in the weighing process. The system integrates an HX711 load cell sensor for weight measurement, an I2C LCD for displaying information, a keypad for weight input, and two servo motors to control the sugar flow from the hopper into the packaging. A photoelectric sensor is used to detect the availability of sugar before the weighing process begins. Testing was carried out on three weight variations (250g, 500g, and 750g) using two different hopper capacities (1 kg and 3 kg). The test results show that the system has an average percentage error ranging from 2.02% to 2.99%, which is within acceptable packaging error limits. In addition, the system demonstrates relatively low standard deviation values, indicating stable weight readings.

Keywords: automatic packaging, microcontroller, load cell, servo, photoelectric sensor.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini telah membawa pengaruh besar terhadap berbagai sektor industri rumah tangga, termasuk dalam bidang pengemasan (*packaging*) [1]. Proses pengemasan yang sebelumnya dilakukan secara manual dan memakan waktu kini mulai beralih ke sistem otomatis yang lebih efisien dan akurat. Salah satu kebutuhan pokok masyarakat yang sering dikemas secara manual adalah gula pasir, terutama di kalangan pelaku usaha kecil seperti warung dan grosir [2]. Proses manual ini umumnya menggunakan timbangan meja, di mana gula diambil dari karung, ditimbang, dan dimasukkan ke dalam plastik secara berulang-ulang, sehingga memerlukan waktu dan tenaga yang tidak sedikit [3].

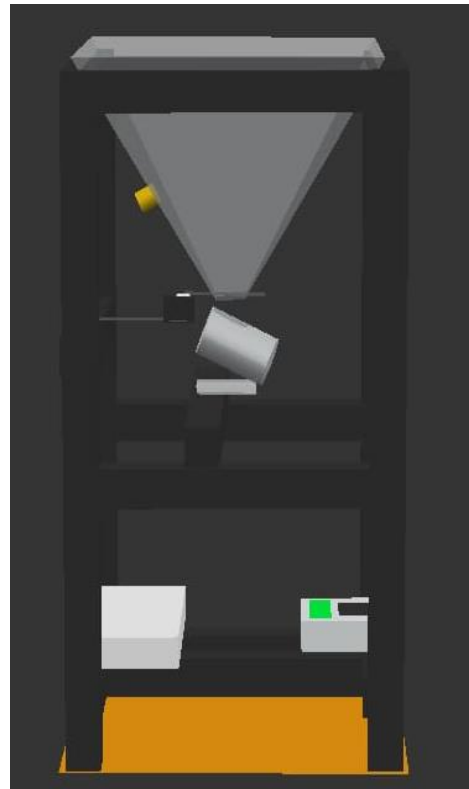
2. METODE

2.1 Desain Mekanik

Sebelum proses perakitan lakukan terlebih dahulu perancangan desain 3D. Proses perancangan alat ini yaitu dengan membuat wadah penampung gula pasir atau *hopper* menggunakan akrilik dengan ketebalan 5 mm berbentuk trapesium dengan ukuran Panjang 30 cm, lebar atas 40 cm, lebar bawah 5 cm. Rangka yang digunakan yaitu besi *hollow* 2 x 2 cm, dan untuk *hopper* ditempatkan dibagian atas yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan gula pasir sebelum ditakar, *servo* 1 ditempatkan di bawah *hopper* yang berfungsi untuk mengalirkan gula pasir ke wadah yang di bawahnya terdapat *loadcell* dan *servo* 2. Desain alat pengemasan gula pasir otomatis berbasis mikrokontroler ditujukan pada gambar 1 dan 2.



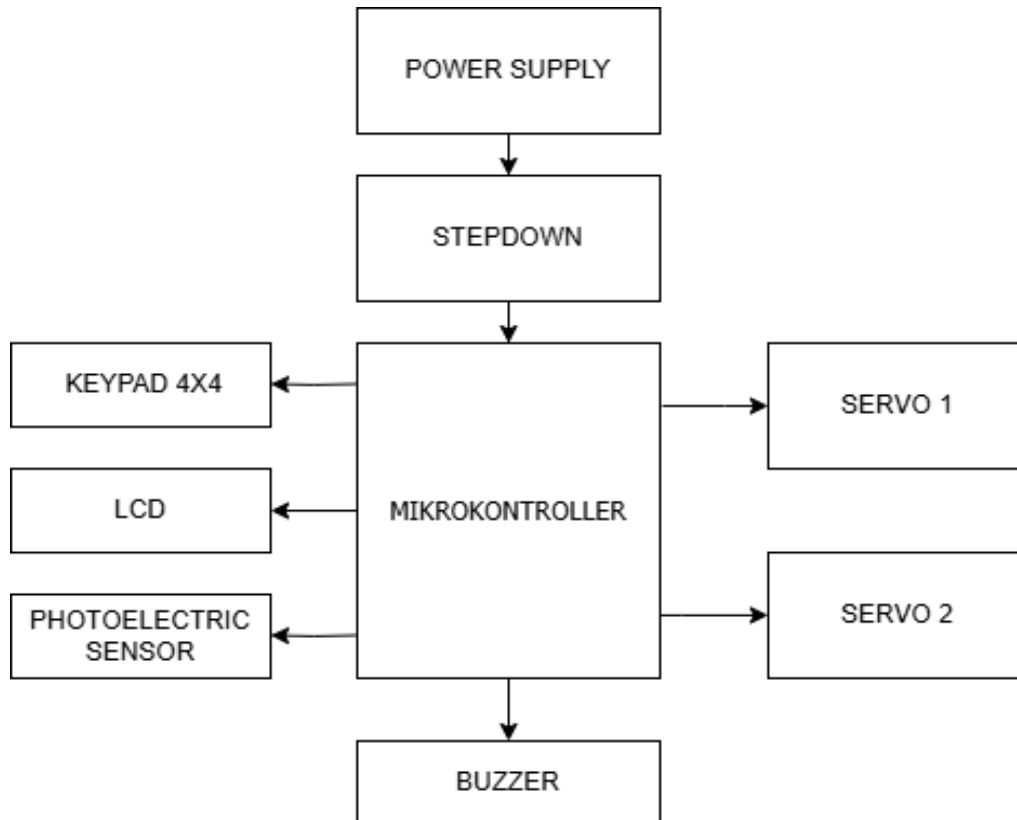
Gambar 1. Desain Tampak Depan



Gambar 2. Desain Tampak Samping

2.2 Diagram Blok

Pada gambar 3 menunjukkan blok diagram sistem pengemasan otomatis berbasis mikrokontroler yang terdiri dari blok input yaitu keypad dan loadcell. Terdapat blok proses yaitu arduino mega 2560. Lalu blok output yaitu lcd, servo, photoelectric sensor dan buzzer.

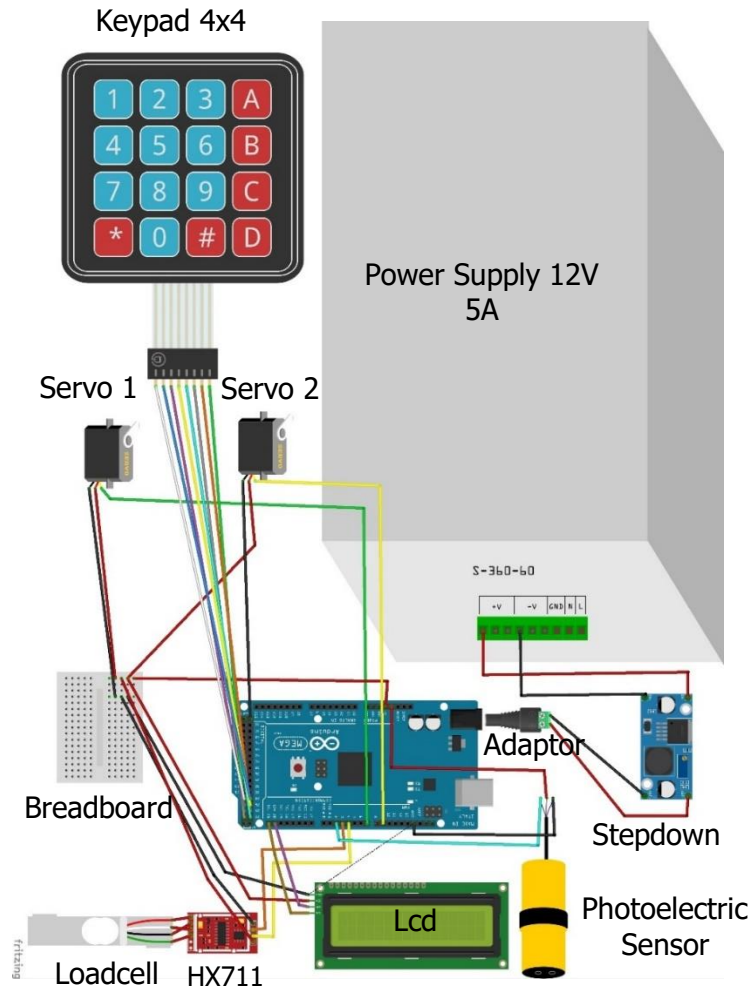


Gambar 3. Blok Diagram

Pada Gambar 3 ditunjukkan blok diagram sistem alat pengemasan gula pasir otomatis. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi. Sumber tegangan berasal dari *power supply* yang dialirkan ke modul *stepdown* untuk menyesuaikan tegangan agar sesuai dengan kebutuhan mikrokontroler. Mikrokontroler sebagai pusat pengendali sistem terhubung dengan berbagai komponen *input* dan *output*. Input sistem terdiri dari *keypad* 4 x 4 untuk memasukkan nilai berat gula, LCD untuk menampilkan informasi, dan sensor photoelectric yang mendeteksi keberadaan objek. Sementara itu, komponen *output* mencakup dua buah motor *servo* (*servo 1* dan *servo 2*) yang berfungsi untuk membuka dan menutup saluran pengisian serta menggerakkan bagian mekanik lainnya, serta *buzzer* sebagai penanda suara saat proses selesai atau terjadi kesalahan. Semua komponen ini bekerja secara terkoordinasi di bawah kendali mikrokontroler untuk mendukung proses penakaran dan pengemasan gula secara otomatis.

2.3 Rangkaian Elektrik

Desain rangkaian elektrik sistem pengemasan gula pasir otomatis berbasis mikrokontroler ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Elektrik Sistem

Adapun interkoneksi antara beberapa komponen dengan controller (arduino mega 2560) melalui beberapa pin antarmukanya(I/O) ditunjukkan pada tabel 1.

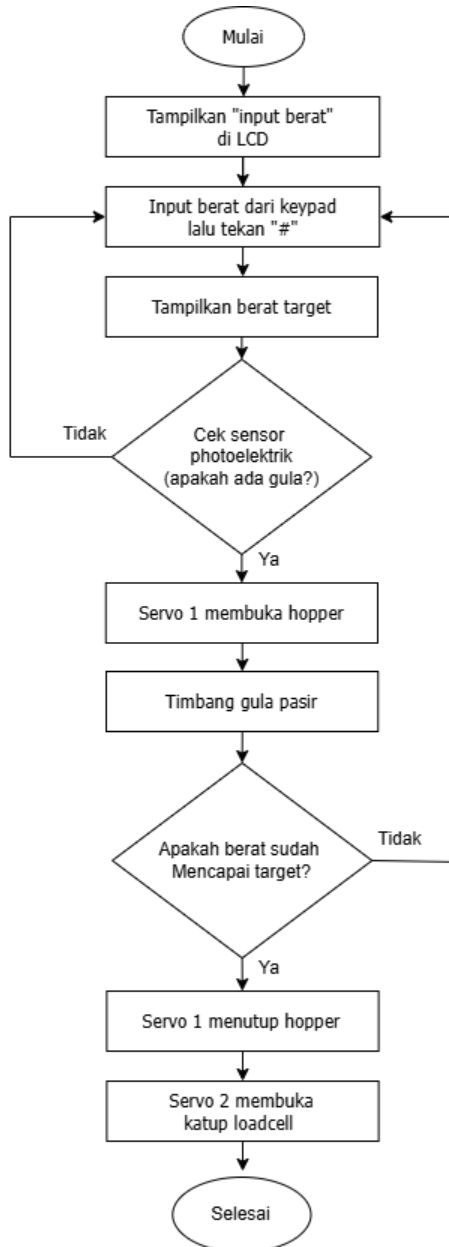
Tabel.1 koneksi komponen ke arduino

Komponen	I/O Arduino
<i>Loadcell</i> HX711	DT 3, SCK 4
LCD I2C	SDA 20, SCL 21
<i>Photoelectric</i> Sensor	2
<i>Keypad</i>	ROWS(22,23,24,25), COLS(32,33,34,35)
<i>Servo</i> 1 / <i>Servo</i> 2	7 / 9

2.4 Diagram Alir Sistem

Prinsip kerja alat ini yaitu dimulai ketika alat dinyalakan, kemudian LCD akan menampilkan perintah " *Input Berat* ", *input* tersebut berasal dari *keypad*. Selanjutnya, sistem akan melakukan pengecekan menggunakan sensor *photoelectric* untuk memastikan bahwa terdapat gula pasir dalam *hopper*. Setelah itu *servo* 1 akan membuka katup *hopper* untuk menjatuhkan

gula pasir ke wadah penimbang. Sensor *loadcell* akan membaca berat gula pasir secara terus-menerus hingga berat yang di timbang mendekati nilai target. Ketika berat tercapai, *servo 1* menutup katup *hopper* untuk menghentikan aliran gula pasir. Setelah *servo 1* menutup, kemudian *servo 2* membuka katup bawah untuk menjatuhkan gula pasir kedalam plastik kemasan.

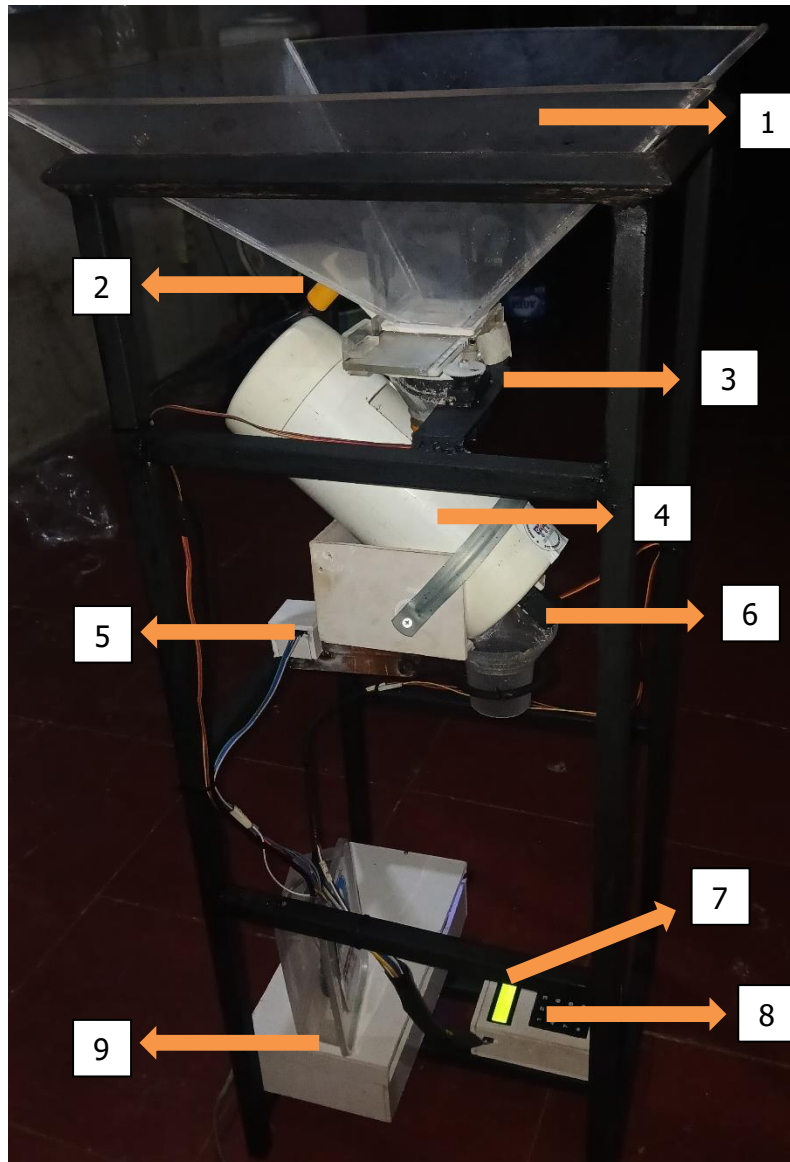


Gambar 4. Flowchart Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Alat

Perancangan alat pengemasan gula pasir otomatis berbasis mikrokontroler yang telah direalisasikan ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Bentuk alat pengemas gula pasir otomatis

Berdasarkan gambar 5 bagian-bagian dari alat pengemas gula pasir otomatis yaitu:

1. *Hopper*, berfungsi untuk menampung gula pasir yang akan dikemas.
2. *Photoelectric sensor*, berfungsi untuk membaca atau mendeteksi gula diatas *hopper*.
3. *Servo 1*, berfungsi unruk membuka tutup *hopper* agar gula turun ke wadah penimbang atau *loadcell*
4. Wadah penimbang, berfungsi sebagai wadah pada saat proses penimbangan.
5. *Loadcell HX711*, berfungsi untuk menimbang gula pasir.
6. *Servo 2*, berfungsi untuk mengeluarkan gula pasir dari wadah penimbang ke kemasan.
7. LCD I2C, berfungsi untuk menampilkan informasi status proses yang sedang berjalan.
8. Keypad 4x4, berfungsi untuk memberi input atau target.
9. Box / wadah, berfungsi sebagai tempat mikrokontroller arduino, power supply, stepdown, dan buzzer.

3.2 Pengujian *photoelectric* sensor

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa *photoelectric* sensor dapat memberikan output yang dapat dibaca arduino dengan baik. Pengujian photoelectris sensor ini dilakukan dengan cara memberikan tegangan sebesar 5V pada pin VCC dan ground pada pin GND dimodul sensor.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor *Photoelectric*

No	Kondisi Sensor <i>Photoelectric</i>	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian
			Keterangan Kondisi
1	Aktif	High, 5 V	Sesuai
2	Tidak Aktif	Low, 0 V	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian di atas photoelectric sensor dapat mendeteksi objek (gula pasir). pada saat gula pasir tidak berada di atas hopper, maka sensor tidak mendeteksi keberadaan gula pasir. Sensor memberikan output HIGH saat mendeteksi objek, sesuai dengan karakteristik sensor yang digunakan. Deteksi yang cepat sangat penting untuk memastikan servo atas terbuka hanya saat gula benar-benar ada di atas hopper, sehingga mencegah kesalahan penakaran.

3.3 Pengujian motor servo

Motor servo merupakan komponen penting dalam sistem ini karena berfungsi untuk membuka dan menutup katup penyalur gula. Untuk memastikan bahwa servo dapat bekerja secara konsisten dan responsif, dilakukan pengujian untuk melihat pergerakan sudut servo terhadap perintah dari mikrokontroler. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah servo benar-benar membuka dan menutup sesuai dengan perintah yang telah di program.

Tabel 3 Hasil Pengujian Motor Servo

No	Jenis Servo	Perintah diberikan	Respon Servo (°)	Waktu respon servo (detik)	Keterangan
1	Servo 1 (katup hopper)	Buka	140 °	0,33	Berhasil
2	Servo 1 (Katup hopper)	Buka	140 °	0,33	Berhasil
3	Servo 1 (katup hopper)	Buka	140°	0,33	Berhasil
4	Servo 2 (katup wadah)	Buka	60 °	0,21	Berhasil
5	Servo 2 (katup wadah)	Buka	60 °	0,21	Berhasil
6	Servo 2 (katup wadah)	Buka	60 °	0,21	Berhasil

3.4 Pengujian loadcell

Sebelum alat digunakan untuk proses penimbangan gula secara otomatis, perlu dipastikan bahwa sensor loadcell yang digunakan mampu bekerja dengan akurat. Dengan dilakukannya serangkaian pengujian dengan menggunakan beban standar. Pengujian ini bertujuan untuk melihat sejauh mana ketelitian sensor dalam membaca berat sebenarnya dan untuk

mengidentifikasi adanya selisih antara berat aktual dengan berat yang terbaca oleh sistem. Beberapa bobot digunakan sebagai acuan, mulai 250 gram, 500 gram, dan 750 gram, dan setiap nilai dicatat serta dianalisis. Tabel dibawah ini menunjukkan hasil pengujian sensor loadcell terhadap beberapa bobot uji yang digunakan.

Tabel 4 Hasil Pengujian Loadcell kapasitas hopper 1kg 250g

No	Berat Target (gr)	Berat Terbaca Oleh Timbangan (gr)	Berat Terbaca Oleh Loadcell (gr)	Selisih (gr)	Presentase error (%)
1	250	248	254	6	2,41 %
2	250	248	254	6	2,41 %
3	250	252	254	2	0,79 %
4	250	247	255	8	3,23 %
5	250	252	256	4	1,58 %
6	250	253	261	8	3,16 %
7	250	251	255	4	1,59 %
Rata-rata		250,14	255,57	5,42	2,16 %

Tabel 5 Hasil Pengujian Loadcell kapasitas hopper 1kg 500g

No	Berat Target (gr)	Berat Terbaca Oleh Timbangan (gr)	Berat Terbaca Oleh Loadcell (gr)	Selisih (gr)	Presentase error (%)
1	500	502	509	7	1,39 %
2	500	508	513	5	0,98 %
3	500	504	506	2	0,39 %
4	500	503	516	13	2,58 %
5	500	507	508	1	0,19 %
6	500	506	518	12	2,37 %
7	500	502	514	12	2,39 %
Rata-rata		504,57	512	7,42	1,47 %

Tabel 6 Hasil Pengujian Loadcell kapasitas hopper 3kg 250g

No	Berat Target (gr)	Berat Terbaca Oleh Timbangan (gr)	Berat Terbaca Oleh Loadcell (gr)	Selisih (gr)	Presentase error (%)
1	250	253	260	7	2,76 %
2	250	251	264	13	5,17 %
3	250	254	260	6	2,36 %
4	250	254	259	5	1,96 %
5	250	254	262	8	3,14 %
6	250	250	257	7	2,80 %
7	250	252	259	7	2,77 %
Rata-rata		252,57	260,14	7,57	2,99 %

Tabel 7 Hasil Pengujian Loadcell kapasitas hopper 3kg 500g

No	Berat Target (gr)	Berat Terbaca Oleh Timbangan (gr)	Berat Terbaca Oleh Loadcell (gr)	Selisih (gr)	Presentase error (%)
1	500	499	521	22	4,40 %
2	500	502	515	13	2,58 %
3	500	502	512	10	1,99 %
4	500	499	518	19	3,80 %
5	500	504	516	12	2,38 %
6	500	503	518	15	2,98 %
7	500	499	512	13	2,60 %
Rata-rata		494	516	14,85	2,96 %

Tabel 8 Hasil Pengujian Loadcell kapasitas hopper 3kg 750g

No	Berat Target (gr)	Berat Terbaca Oleh Timbangan (gr)	Berat Terbaca Oleh Loadcell (gr)	Selisih (gr)	Presentase error (%)
1	750	749	755	6	0,80 %
2	750	741	754	13	1,75 %
3	750	750	758	8	1,06 %
4	750	745	750	5	0,67 %
5	750	747	772	25	3,34 %
6	750	744	773	29	3,89 %
7	750	754	774	20	2,65 %
Rata-rata		753,57	762,28	15,14	2,02 %

1. Hitung rata-rata Berat Terbaca oleh loadcell kapasitas hopper 1kg

$$250g = \frac{254 + 254 + 254 + 255 + 256 + 261 + 255}{7} = 255,57$$

$$500g = \frac{509 + 513 + 506 + 516 + 508 + 518 + 514}{7} = 512$$

➤ Hitung selisih rata-rata

▪ 250g:

- $(254 - 255,57)^2 = 2,464$
- $(254 - 255,57)^2 = 2,464$
- $(254 - 255,57)^2 = 2,464$
- $(255 - 255,57)^2 = 0,324$
- $(256 - 255,57)^2 = 0,184$
- $(261 - 255,57)^2 = 29,484$
- $(255 - 255,57)^2 = 0,324$

Jumlah kuadrat selisih $2,464 + 2,464 + 2,464 + 0,324 + 0,184 + 29,484 + 0,324 = 37,708$

Standar deviasi $\sigma = \frac{37,708}{7-1} = \frac{37,708}{6} = 6,28 \sqrt{6,28} \approx \mathbf{2,50\%}$

▪ 500g:

- $(509 - 512)^2 = 9$
- $(513 - 512)^2 = 1$
- $(506 - 512)^2 = 36$
- $(516 - 512)^2 = 16$
- $(508 - 512)^2 = 16$
- $(518 - 512)^2 = 36$
- $(514 - 512)^2 = 4$

Jumlah kuadrat selisih $9 + 1 + 36 + 16 + 16 + 36 + 4 = 118$

Standar deviasi $\sigma = \frac{118}{7-1} = \frac{118}{6} = 19,6 \sqrt{19,6} \approx \mathbf{4,42\%}$

2. Hitung rata-rata Berat Terbaca oleh loadcell kapasitas hopper 3kg

$$250g = \frac{260 + 264 + 260 + 259 + 262 + 257 + 259}{7} = 260,14$$

$$500g = \frac{521 + 515 + 512 + 518 + 516 + 518 + 512}{7} = 516$$

➤ Hitung selisih rata-rata

▪ 250g:

- $(260 - 260,14)^2 = 0,019$
- $(264 - 260,14)^2 = 14,899$
- $(260 - 260,14)^2 = 0,019$
- $(259 - 260,14)^2 = 1,299$
- $(262 - 260,14)^2 = 3,459$
- $(257 - 260,14)^2 = 9,869$
- $(259 - 260,14)^2 = 1,299$

Jumlah kuadrat selisih $0,019 + 14,899 + 0,019 + 1,299 + 3,459 + 9,869 + 1,299 = 30,863$

Standar deviasi $\sigma = \frac{30,863}{7-1} = \frac{30,863}{6} = 5,14 \sqrt{5,14} \approx \mathbf{2,26\%}$

▪ 500g:

- $(521 - 516)^2 = 25$
- $(515 - 516)^2 = 1$
- $(512 - 516)^2 = 16$
- $(518 - 516)^2 = 4$
- $(516 - 516)^2 = 0$
- $(518 - 516)^2 = 4$
- $(512 - 516)^2 = 16$

Jumlah kuadrat selisih $25 + 1 + 16 + 4 + 0 + 4 + 16 = 66$

$$\text{Standar deviasi } \sigma = \frac{66}{7-1} = \frac{66}{6} = 11 \sqrt{11} \approx \mathbf{3,31\%}$$

▪ 750g:

- $(755 - 762,28)^2 = 52,998$
- $(754 - 762,28)^2 = 68,558$
- $(758 - 762,28)^2 = 18,318$
- $(750 - 762,28)^2 = 150,798$
- $(772 - 762,28)^2 = 94,478$
- $(773 - 762,28)^2 = 114,918$
- $(774 - 762,28)^2 = 137,358$

Jumlah kuadrat selisih $52,998 + 68,558 + 18,318 + 150,798 + 94,478 + 114,918 + 137,358 = 637,427$

$$\text{Standar deviasi } \sigma = \frac{637,427}{7-1} = \frac{637,427}{6} = 106,23 \sqrt{106,23} = \mathbf{10,30\%}$$

Tabel 8 Nilai Presentase Error Dan Standar Deviasi Gula 1kg

No	Beban (gr)	Presentase error (%)	Standar deviasi (%)
1	250	2,16	2,50
2	500	1,47	4,24

Tabel 9 Nilai Presentase Error Dan Standar Deviasi Gula 3kg

No	Beban (gr)	Presentase error (%)	Standar deviasi (%)
1	250	2,99	2,26
2	500	2,96	3,31
3	750	2,02	10,30

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh bahwa nilai presentase error dari sistem berada pada **2,16%** beban 250g untuk kapasitas gula diatas hopper 1kg, seperti ditunjukkan pada **Tabel 8**. Sedangkan pada **Tabel 9** presentase error pada beban 250 untuk kapasitas gula 3kg diatas hopper yaitu **2,99%**. jadi, presentase error dengan kapasitas gula pasir diatas hopper 1kg lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas gula pasir diatas hopper 3kg.

4. KESIMPULAN

Telah berhasil dirancang dan dibangun sistem pengemasan gula pasir otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang terintegrasi dengan sensor load cell HX711 sebagai alat ukur berat, serta motor servo untuk mekanisme pembukaan dan penutupan katup. Sistem dapat melakukan proses penakaran dan pengemasan gula secara otomatis berdasarkan input berat dari pengguna melalui keypad. Setelah input diterima, sensor IR memastikan ketersediaan gula, kemudian proses penimbangan dilakukan oleh load cell, dan gula dikemas setelah berat sesuai tercapai.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] S. P. Sutisna, E. Sutoyo, and A. K. Hidayat, "Rancang bangun dan pengujian sistem filling pada mesin packaging otomatis berbasis microcontroller," *Sultra J. Mech. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2023, doi: 10.54297/sjme.v2i1.342.
- [2] Y. Nata and A. G. Ginting, "RANCANG BANGUN ALAT PENAKAR MINYAK GORENG OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega2560," *J. Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 2, no. 1, 2015, doi: 10.52005/rekayasa.v2i1.160.
- [3] A. Damayanti, D. Hendryadi, and N. Syam, "Rancang Bangun Alat Penakar Dan Pengemas Gula Pasir Berbasis Arduino Uno," vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2023.
- [4] A. Fattulah, S. Rahman, and I. Lubis, "Paper Prototype Mesin Penakar Gula Pasir Berbasis Ardiuno Uno Pada UMKM," *Snastikom*, vol. 2, no. 1, pp. 29–40, 2023.
- [5] S. Febriani, "Analisis Deskriptif Standar Deviasi," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 6, no. 1, pp. 910–913, 2022, [Online]. Available: <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/8194>
- [6] D. Al Mahkya, H. Yasin, and M. A. Mukid, "Aplikasi Metode Golden Section untuk Optimasi Parameter pada Metode Exponential Smoothing," *J. Gaussian*, vol. 3, no. 4, pp. 605–614, 2014, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>
- [7] S. P. Collins *et al.*, "pengertian gula pasir," pp. 11–45, 2021.
- [8] elga aris Prastyo, "Penjelasan tentang Arduino Mega 2560," [arduino.biz.id](https://www.arduino.biz.id). Accessed: Sep. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.arduino.biz.id/2023/01/penjelasan-tentang-arduino-mega-2560.html>
- [9] Rayhan Alfaza, "Apa Itu Load Cell Sensor?," taharica.co.id. Accessed: Sep. 15, 2024. [Online]. Available: <https://taharica.co.id/apa-itu-load-cell-sensor/>
- [10] roghib.muh, "Program LCD i2c," mikrokontroler.mipa.ugm.ac.id. Accessed: Sep. 15, 2024. [Online]. Available: <https://mikrokontroler.mipa.ugm.ac.id/2018/10/02/program-lcd-i2c/>
- [11] misel, "Apa itu Servo Motor? Kenali Komponen dan Fungsi Servo Motor?," misel.co.id. Accessed: Sep. 15, 2024. [Online]. Available: <https://misel.co.id/mengenai-lebih-lanjut-apa-itu-servo-motor/>
- [12] UrlWebsite Admin, "Keypad: Pengertian, Maksud, dan Pembahasannya!," [urlwebsite](https://urlwebsite.com). Accessed: Sep. 24, 2024. [Online]. Available: <https://urlwebsite.com/blog/keypad/>
- [13] A. Emirwati, L. Sartika, and A. M. Prasetya, "Analisis keandalan sistem trafo step down menggunakan metode logika fuzzy," *J. Eltek*, vol. 21, no. 2, pp. 68–75, 2023, doi: 10.33795/eltek.v21i2.3671.
- [14] lubis muzaki, "Pengertian Hopper, Fungsi, Proses Pembuatan, dan Cara Kerjanya," [pengadaanbarang.co](https://www.pengadaanbarang.co.id). Accessed: Jul. 06, 2025. [Online]. Available: <https://www.pengadaanbarang.co.id/2022/02/hopper-adalah.html>
- [15] MEILINAEKA, "Pengertian Power Supply dan Fungsinya bagi Kehidupan Sehari-hari," it.telkomuniversity.ac.id. Accessed: Jul. 06, 2025. [Online]. Available: <https://it.telkomuniversity.ac.id/pengertian-power-supply-dan-fungsinya/>

- [16] L. H. Santoso, A. Anwari, and D. Aprilianti, "Rancang Bangun Tempat Pakan Kucing Menggunakan Mikrokontroler Berbasis IoT (Internet Of Things)," vol. 3, no. 1, pp. 37–48, 2024.