

IMPLEMENTASI MOTOR SERVO SEBAGAI KONTROL VALVE PADA ALAT PENGISIAN GULA CURAH KILOAN

**Muhammad Haniv Karamy¹⁾, Irianto²⁾, Diah Septi Yanaratri³⁾, Sutedjo⁴⁾,
Renny Rakhmawati⁵⁾, Ahmad Firyal Adila⁶⁾**

^{1, 2, 3, 4, 5, 6}Departemen Teknik Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
E-mail: firyal@pens.ac.id

Abstract

Granulated sugar is a basic necessity for many Indonesians. It's commonly sold in two types of packaging: branded and unbranded. Most lower-income households prefer unbranded sugar because it's more affordable. Typically, producers distribute it in 50 kg sacks, and local retailers then sell it in smaller portions like 250g, 500g, 1kg, and 2kg. However, many vendors still rely on manual scales, which are less efficient and require constant adjustments to ensure accuracy. To solve this problem, this final project introduces an automatic bulk sugar dispenser using a servo motor and a *load cell* sensor. The system automatically controls a valve that opens when the sugar weight is below the target and closes when the desired weight is reached. By integrating a servo motor, the device improves the accuracy and efficiency of sugar packaging, making the process quicker and more practical. Integration testing confirmed that all components worked as intended. The system dispenses sugar precisely, the power supply meets the requirements, and the *load cell* provides accurate readings. Ten test samples showed average weight errors of just 0.84% (250g), 0.54% (500g), 0.26% (1kg), and 0.35% (2kg).

Keywords: *Bulk Sugar, Load Cell Sensor, Servo Motor, Valve*

PENDAHULUAN

Pada era saat ini, banyak masyarakat Indonesia, terutama kaum muda, lebih menyukai jenis makanan yang cenderung manis. Sebagaimana kita tahu, makanan manis merupakan jenis makanan yang berbahan dasar gula. Konsumsi gula pasir tidak hanya penting bagi kebutuhan sehari-hari dalam skala rumah tangga, namun juga digunakan sebagai bahan pembantu utama dalam industri makanan. Ketergantungan pembeli pada gula sangat besar, terutama ketika Indonesia meningkatkan usaha bisnis bagi beberapa individu yang telah beralih menjadi pengusaha, sehingga menjamurnya perusahaan makanan dan minuman kecil telah membuat minat terhadap gula terus berkembang (Majasoka, Lyra, Ujang Sumarwan, and Istiqlaliyah Muflikhati, 2020). Oleh karena itu, gula saat ini termasuk salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia (Majasoka, Lyra, Ujang Sumarwan, and Istiqlaliyah Muflikhati, 2020).

Gula pasir yang banyak dijumpai saat ini terdiri dari gula bermerek dan gula tanpa merek. Dilihat dari segi produk, gula pasir bermerek memiliki kualitas yang lebih baik, lebih higienis karena proses produksinya menggunakan teknologi tinggi, lebih segar karena terdapat pencantuman tanggal kedaluwarsa, serta adanya pencantuman kandungan gizi pada kemasan yang membedakannya dengan gula pasir tidak bermerek. Akan tetapi, mayoritas masyarakat menengah ke bawah cenderung lebih memilih gula tanpa merek dengan alasan harga yang lebih murah dibandingkan gula bermerek (Majasoka, Lyra, Ujang Sumarwan, and Istiqlaliyah Muflikhati, 2020).

Dalam proses pendistribusiannya, gula tanpa merek dikemas dan dijual oleh produsen dalam bentuk karung dengan berat 50 kg. Kemudian, produsen akan mendistribusikannya kepada konsumen melalui pedagang kelontong gula kiloan. Melalui pedagang kelontong, konsumen dapat membeli gula dengan takaran berat yang diinginkan, biasanya dengan berat

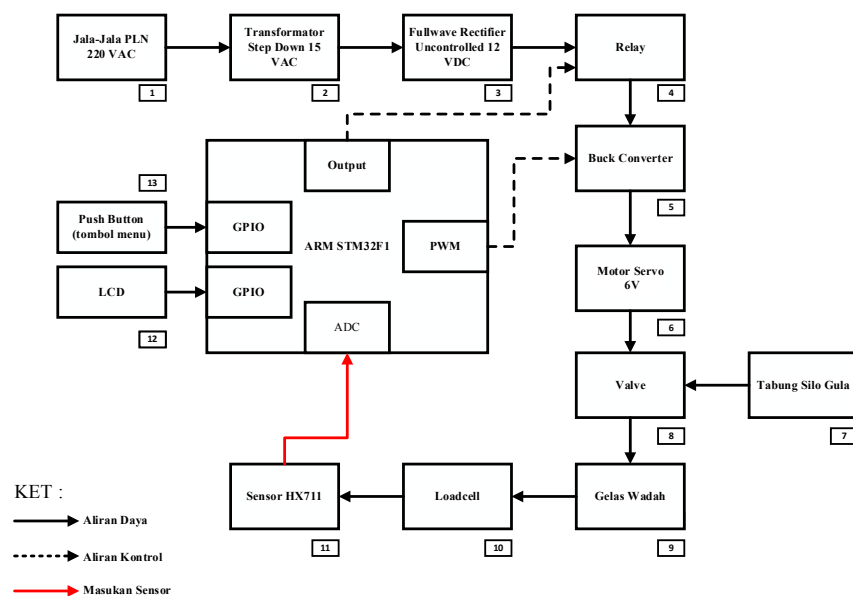
250 gram, 500 gram, 1 kg, dan 2 kg (Wahyuni, Sri, Komala Sari, and M. Ardi Kurniawan, 2022).

Pada proses penjualan gula curah kiloan, banyak pedagang kelontong saat ini menggunakan cara manual dalam pengukurannya, yakni menggunakan timbangan manual. Penggunaan cara ini dianggap kurang praktis karena pedagang harus memastikan berat timbangan sesuai dengan takaran gula yang dimasukkan. Jika tidak sesuai, pedagang harus mengurangi atau menambah jumlah takaran gula (Ardhi, Setya, and Tjwanda Putera Gunawan, 2022).

Maka dari itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut, dalam proyek akhir ini dibuat sebuah alat pengisi gula curah kiloan yang menggunakan motor servo untuk mengatur buka dan tutup valve. Valve akan terbuka saat sensor *load cell* belum memenuhi target, dan valve akan tertutup saat sensor *load cell* sudah memenuhi target yang dibutuhkan (Lesmana, Krisna, 2025). Proses ini dapat dikonfirmasi lebih lanjut dengan menggunakan set timer pada saat buka dan tutup valve motor servo, sehingga hasil yang didapatkan akan mendekati nilai ukuran yang diinginkan (Utami, Fatimah Ratna, Munawar Agus Riyadi, and Yuli Christyono, 2020).

METODE PENELITIAN

Untuk pembuatan sistem dari “Implementasi Motor Servo sebagai Kontrol Valve pada Alat Pengisian Gula Curah Kiloan”, mengacu pada blok diagram berikut ini.

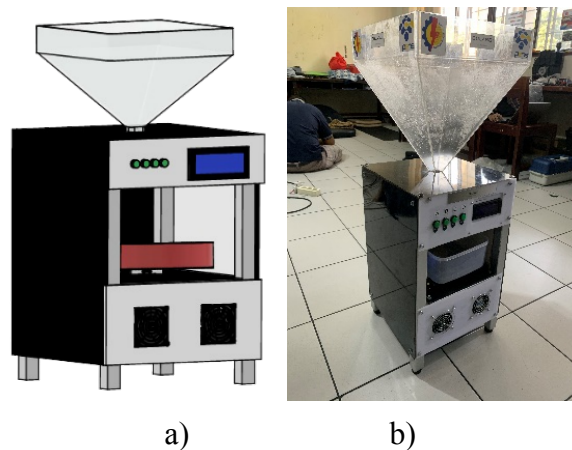


Gambar 1. Sistem Desain Keseluruhan

Berdasarkan Gambar 1 blok diagram sistem di atas, untuk sumber dari sistem menggunakan listrik PLN 220Vac/50Hz yang diturunkan tegangannya menggunakan *transformator step down* 220Vac ke 15Vac. Selanjutnya dari *transformator step down*, tegangan disearahkan dengan *uncontrolled full wave rectifier 1 phase* dan distabilkan menggunakan regulator tegangan LM7812 sehingga tegangan outputnya menjadi 12 Vdc. Lalu setelah disearahkan, tegangan akan diturunkan oleh buck converter menjadi 6Vdc.

Setelah melewati buck converter, tegangan output dari buck converter akan digunakan sebagai suplai daya untuk motor servo. Motor servo ini akan berfungsi untuk mengontrol buka

tutup valve. Ketika valve terbuka, gula dari tabung silo akan jatuh ke dalam gelas wadah, yang terhubung dengan *load cell*. Sinyal keluaran dari *load cell* ini kemudian diperkuat menggunakan sensor HX711, sehingga nilai pengukuran dari *load cell* dapat dibaca oleh mikrokontroler. Keluaran sensor ini akan dihubungkan ke bagian ADC pada mikrokontroler. Tampilan hasil pengukuran ditampilkan pada LCD 20x4, dan pemilihan jumlah berat dilakukan dengan menggunakan tombol menu (push button) yang terhubung ke GPIO mikrokontroler. Sebagai bentuk konfirmasi dari sensor *load cell*, digunakan juga *set timer*. Sistem valve akan tetap terbuka selama *set timer* belum terpenuhi dan akan menutup saat *set timer* terpenuhi. Bentuk mekanik baik kondisi 3D dan real alat dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3 dibawah ini.



Gambar 2. a)Design 3D; b)Mekanik Alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Loadcell menggunakan HX711

Pada pengujian ini dilakukan dengan menguji besaran tegangan keluaran dari *load cell* dengan menggunakan penguat HX711. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.

Hasil pengujian *vout load cell* dengan HX711

No	Rated Output (mV)	Kapasitas Loadcell (gram)	Perhitungan Berat Teori (mV)	Pembacaan Analog (mV)	Tampilan Timbangan Asli (gram)	Pembacaan Sensor (gram)	Error (%)
1	1	5000	0.1	0.07	100	99.82	0.18
2			0.2	0.17	200	200.95	0.95
3			0.25	0.22	250	249.37	0.63
4			0.3	0.27	300	300.51	0.51
5			0.4	0.37	400	399.28	0.72
6			0.5	0.47	500	499.13	0.87
7			0.75	0.72	750	748.91	1.09
8			1	0.97	1000	999.54	0.46
9			1.25	1.22	1250	1251.22	1.22
10			1.5	1.47	1500	1498.79	1.21
11			1.75	1.72	1750	1751.66	1.66
12			2	1.97	2000	2000.4	0.40

Berdasarkan data tabel 1 diatas, pengujian tegangan output dari *load cell* bertujuan untuk mengetahui output keluaran dari sinyal *load cell* dan membandingkannya dengan yang ada pada datasheet *load cell*. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan output keluaran dari sinyal *load cell* menggunakan alat ukur. Tegangan input dari *load cell* diberi tegangan sebesar 5V dengan tegangan eksitasinya 1 mV/V. Artinya tegangan keluaran maksimal dari sinyal *load cell* pada pengjian ini adalah 5 mV, sehingga jika *load cell* yang digunakan memiliki skala pengukuran sebesar 5 Kg, maka untuk menghitung tegangan keluaran per kilonya dapat dihitung menggunakan perhitungan 5 mV dibagi dengan 5 Kg. Hasil perhitungan tersebut adalah 0,01 mV/Kg. Hasil perhitungan tersebut dijadikan acuan untuk pengukuran kali ini.

Pengujian Motor Servo

Pada pengujian ini dilakukan dengan menguji lama waktu tiap berat menggunakan motor servo. Motor servo digunakan untuk mengaktifkan valve dari tabung silo yang berisi gula sehingga akan membuka dan menutup sesuai dengan set waktu yang telah ditentukan untuk setiap berat yang dipilih. Motor servo menggunakan sumber tersendiri yaitu berasal dari buck converter dan ground serta port sinyal akan disambungkan pada port mikrokontroller yang sudah deprogram PWM, sehingga ketika ada sinyal maka motor akan berputar. Nantinya motor akan disambungkan dengan mikrokontroller untuk melihat apakah motor akan berputar saat sinyal masuk pada motor guna untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk tiap-tiap berat gula sesuai dengan kapasitsnya.

Tabel 1.
Pengaturan motor servo untuk kalibrasi waktu berat gula

Pengukuran Kalibrasi Berat dengan Timer		
Waktu (s)	Berat Terukur (gr)	Error (%)
Berat 250 gr		
2	307.7	23.08
1.5	238.3	4.68
1.6	251.4	0.56
1.55	243.4	2.64
1.57	245.8	1.68
1.59	247.7	0.92
1.595	248.8	0.48
1.598	249.4	0.24
Berat 500 gr		
4	582.8	16.56
3	440.9	11.82
3.5	508.6	1.72
3.4	494.3	1.14
3.45	502	0.4
3.44	496.5	0.7
3.445	497.8	0.44
3.447	499.8	0.04
Berat 1000 gr		
7.5	1033.1	3.31
7	963.7	3.63
7.25	993.4	0.66
7.3	1002.9	0.29
7.28	995	0.5
7.29	1000.1	0.01
Berat 2000 gr		
10	1405.4	29.73
13	1803.8	9.81
14	1940.8	2.96
14.2	1950	2.5
14.5	1986.1	0.695
14.7	2007.9	0.395
14.62	1997.6	0.12
14.63	2004.3	0.215
14.625	2001.4	0.07

Dapat dilihat pada tabel 2 bahwasannya dalam mengetahui lama timer waktu yang dibutuhkan untuk menentukan berat yang sesuai dan mendekati dengan set berat yang ditentukan, dilakukan dengan cara melakukan percobaan secara *trial dan error*. Dimana Ketika berat belum sesuai dapat dilakukan percobaan lagi dengan variasi waktu yang berbeda sehingga dapat ditentukan lama waktu dan error yang semimum mungkin. Dimana proses pengambilan data dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.

Pengujian Keseluruhan Sistem

Setelah didapati waktu yang memiliki nilai error semimum mungkin dapat dilakukan pengujian berupa integrasi sistem secara keseluruhan. Pengujian dilakukan dengan variasi set berat 250gr, 500gr, 1kg, dan 2kg. Sehingga hasil integrasi sistem yang telah dilakukan didapatkan data pada tabel 3 sebagai berikut.

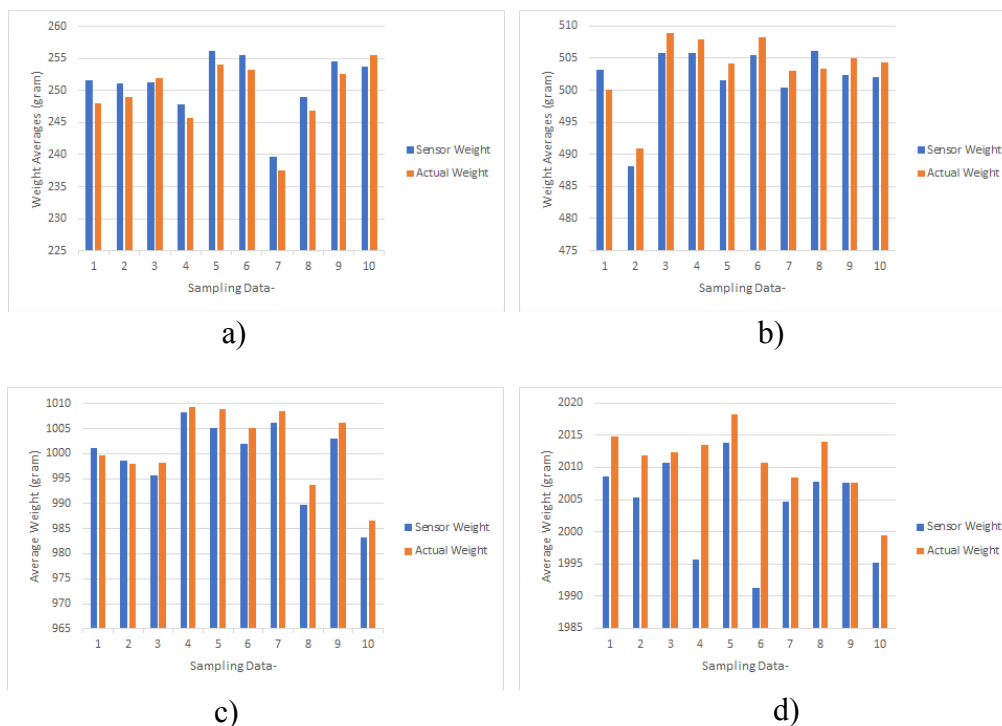
Tabel 2.
Data integrasi sistem

Pengambilan Sampel ke-	Waktu (ms)	Pembacaan Sensor (Gram)	Pembacaan Timbangan Asli (Gram)	Error Selisih Pembacaan (%)	Error Hasil (%)
Berat 250 Gram					
1	1598	251.55	248	0.029	1.42
2		251.02	248.9	0.017	0.85
3		251.3	251.9	0.005	0.24
4		247.85	245.7	0.018	0.86
5		256.21	254.1	0.017	0.84
6		255.53	253.2	0.018	0.93
7		239.73	237.5	0.019	0.89
8		249.05	246.9	0.017	0.86
9		254.45	252.5	0.015	0.78
10		253.75	255.5	0.014	0.70
Rata2 berat		251.04	249.42	0.02	0.84
Berat 500 Gram					
1	3447	503.19	500.1	0.012	0.62
2		488.13	491	0.012	0.57
3		505.87	508.9	0.012	0.61
4		505.87	507.9	0.008	0.41
5		501.51	504.2	0.011	0.54
6		505.45	508.3	0.011	0.57
7		500.36	503	0.010	0.53
8		506.19	503.4	0.011	0.56
9		502.32	505	0.011	0.54
10		502.03	504.4	0.009	0.47
Rata2 berat		502.09	503.62	0.01	0.54
Berat 1000 Gram					
1	7290	1001.04	999.7	0.003	0.13
2		998.64	998	0.001	0.06
3		995.6	998.2	0.005	0.26
4		1008.16	1009.4	0.002	0.12
5		1005.17	1008.8	0.007	0.36
6		1001.86	1005.2	0.007	0.33
7		1006.1	1008.4	0.005	0.23
8		989.77	993.7	0.008	0.39
9		1003.01	1006.2	0.006	0.32
10		983.2	986.7	0.007	0.35
Rata2 berat		999.26	1001.43	0.01	0.26

Lanjutan Tabel 3. Data integrasi sistem

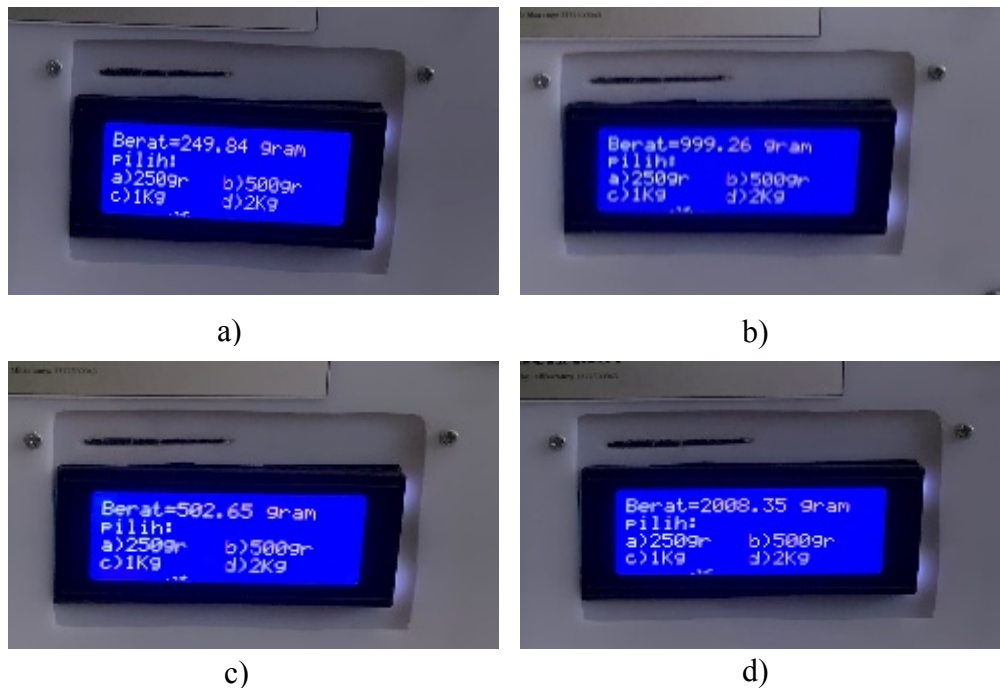
Berat 2000 Gram					
1	14625	2008.62	2014.8	0.31	0.31
2		2005.28	2011.9	0.33	0.33
3		2010.75	2012.3	0.08	0.08
4		1995.62	2013.5	0.89	0.89
5		2013.76	2018.2	0.22	0.22
6		1991.25	2010.8	0.97	0.98
7		2004.75	2008.4	0.18	0.18
8		2007.75	2014	0.31	0.31
9		2007.67	2007.6	0.00	0.004
10		1995.13	1999.5	0.22	0.22
Rata2 berat		2004.06	2011.10	0.35	0.35

***Error Selisih Pembacaan = Nilai error terhadap datasheet toleransi *Load cell* sebesar $\pm 0,02\%$ atau 1 gram**



Gambar 5. Hasil grafik data a)250 gram; b)500 gram; c)1000 gram; d)2000 gram

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa keseluruhan sistem pada alat ini sudah dapat bekerja untuk memonitoring berat dan jenis pilihan dari berat yang akan dipilih. Tetapi pada percobaannya terdapat beberapa kendala seperti nilai data yang tertampil pada monitoring load cell tidak sepenuhnya bernilai sama dengan berat yang sesungguhnya dengan nilai error pembacaan diantara range 0.01 0.03%. Namun ketidaksesuaian pembacaan tersebut masih dapat ditoleransi mengingat pada datasheet load cell sendiri disertakan bahwasannya nilai pembacaan memiliki tingkat akurasi sebesar $\pm 0.02\%$. Serta nilai error hasil yang didapat memiliki tingkat ke-erroran rata-rata sebesar 0.84% untuk berat 250gr, 0.54% untuk berat 500gr, 0.26% untuk berat 1 Kg, dan 0.35% untuk berat 2 Kg.



Gambar 6. Hasil pengambilan data a)250 gram; b)500 gram; c)1000 gram; d)2000 gram

Dari gambar 6 diatas, dilakukan pengambilan data baik itu monitoring berat dari pembacaan sensor dengan pembacaan berat menggunakan timbangan asli. Dan dari data tersebut didapat perhitungan 2 error, yakni error selisih pembacaan terhadap pembacaan sensor terhadap timbangan asli dengan rumus, yakni :

$$ESP(\%) = \frac{PembacaanSensor - PembacaanTimbanganAsli}{PembacaanTimbanganAsli} \times 100$$

dan error hasil yang didapat dari selsisih pembacaan terhadap berat yang-diset seperti 250gr, 500gr, 1Kg, dan 2Kg, yakni :

$$ErrorHasil(\%) = \frac{PembacaanSensor - PembacaanTimbanganAsli}{SetBerat} \times 100$$

Sehingga keseluruhan sistem pada alat ini sudah dapat bekerja untuk memonitoring berat dan jenis pilihan dari berat yang akan dipilih. Tetapi pada percobaanya terdapat beberapa kendala seperti nilai data yang tertampil pada monitoring *load cell* tidak sepenuhnya bernilai sama dengan berat yang sesungguhnya dengan nilai error pembacaan diantara range 0.01-0.03%. Namun ketidaksesuaian pembacaan tersebut masih dapat ditoleransi mengingat pada datasheet *load cell* sendiri disertakan bahwasannya nilai pembacaan memiliki tingkat akurasi sebesar $\pm 0.02\%$. Serta nilai error hasil yang didapat memiliki tingkat ke-erroran rata-rata sebesar 0.84% untuk berat 250gr, 0.54% untuk berat 500gr, 0.26% untuk berat 1 Kg, dan 0.35% untuk berat 2 Kg.

SIMPULAN

Setelah melalui tahap perancangan, pengujian, dan analisis data, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan telah berjalan dengan baik. Sensor berat *load cell* yang digunakan menunjukkan sensitivitas rata-rata sebesar 0,83% dibandingkan dengan timbangan acuan (Tabel 1). Hasil pengujian integrasi sistem juga menunjukkan performa yang cukup baik, dengan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 0,84% untuk berat 250 gram, 0,54% untuk 500 gram, 0,26% untuk 1 kilogram, dan 0,35% untuk 2 kilogram (Tabel 3). Secara keseluruhan, alat penakar gula otomatis ini telah mampu menakar gula sesuai dengan variasi berat yang dipilih melalui tombol push button dan pengaturan waktu (set timer).

Sebagai masukan untuk pengembangan lebih lanjut, sistem ini sebaiknya dilengkapi dengan teknologi Internet of Things (IoT) agar proses penakaran gula bisa dilakukan lebih praktis melalui aplikasi di ponsel. Selain itu, fitur tambahan seperti sistem pengemasan otomatis setelah gula ditakar juga dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan efisiensi alat. Pemasangan wadah pada *load cell* pun perlu dilakukan dengan tepat dan konsisten, sesuai dengan posisi saat kalibrasi, agar pembacaan sensor tetap akurat dan stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Majasoka, Lyra, Ujang Sumarwan, and Istiqlaliyah Muflikhati. "The Perilaku Konsumen Gula Pasir: Keterkaitannya Dengan Pengetahuan Label, Bauran Pemasaran, dan Kesadaran Merek." *Jurnal Ilmu Keluarga Dan Konsumen* 13.3 (2020): 289-302.
- Wahyuni, Sri, Komala Sari, and M. Ardi Kurniawan. "Determinan Konsumen Rumah Tangga dalam Pembelian Gula Pasir Bermerek dan Tidak Bermerek di Kelurahan 9 Ilir Kota Palembang." *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian*. Vol. 3. No. 1. 2022.
- Ardhi, Setya, and Tjwanda Putera Gunawan. "Prototipe Pengisian Gula Pasir dengan Screw Conveyor Dilengkapi Kalibrasi Timbangan Berat Metode CSIRO dan Teknologi RFID Programmable Serta Datalogger." (2022): 1-17.
- Lesmana, Krisna. "Prototipe Penggunaan Motor Servo Untuk Dispenser Otomatis Berbasis Arduino dan Sensor HC-SR04." *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan* 13.2 (2025).
- Utami, Fatimah Ratna, Munawar Agus Riyadi, and Yuli Christyono. "Perancangan Catu Daya Arus Searah Keluaran Ganda sebagai Penggerak Robot Lengan Artikulasi." *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 9.3 (2020): 418-427.
- Fattulah, Alfyanang, Sayuti Rahman, and Imran Lubis. "Prototipe Mesin Penakar Gula Pasir Berbasis Arduino Uno pada UMKM." *SNASTIKOM* 2.1 (2023): 29-40.
- Naim, Muhammad, and Ahmad Fasaldi. "Perancangan Alat Penimbang Beras Digital dengan Masukan Berat dan Harga Berbasis Mikrokontroler." *Jurnal Mosfet* 1.2 (2021): 14-17.
- Dennis Clark, Michael Owings, *Building Robot Drive Trains*, New York: McGraw-Hill, 2003.
- D. W. Hart, *Power Electronics*, New York: McGraw-Hill, 2011.
- Karl Williams, *Build Your Own Humanoid Robots*, New York: McGraw-Hill, 2004.