

DOI: doi.org/10.21009/03.1201.FA20

PERBANDINGAN NILAI UKUR SENSOR *LOAD CELL SINGLE-POINT* DAN *LOAD CELL HALF-BRIDGE* SEBAGAI PARAMETER MONITORING MASSA BADAN PADA SISTEM ANTROPOMETRI BALITA

Ahmad Fatullah^{1, a)}, Umiatin^{1, b)}, Taryudi^{2, c)}

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka No. 11, Jakarta Timur 13220, Indonesia

²Program Studi Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka No. 11, Jakarta Timur 13220, Indonesia

Email: ^{a)}fatullahahmad14@gmail.com, ^{b)}umiatin@unj.ac.id, ^{c)}taryudi@unj.ac.id

Abstrak

Massa badan merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam menentukan status gizi. Dalam alat antropometri, pengukuran massa badan bisa dilakukan dengan menggunakan sensor *load cell*. Sensor *load cell* bekerja berdasarkan prinsip perubahan resistansi atau perubahan tegangan yang terjadi ketika beban diterapkan pada sel beban (*load cell*). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai kesalahan relatif dan akurasi terhadap dua jenis sensor, yaitu sensor *load cell single-point* dan sensor *load cell half-bridge*. Metode yang dilakukan adalah dengan karakterisasi serta membandingkan nilai keluaran naik dan turun sensor terhadap alat konvensional dengan memberikan nilai masukan berupa massa dari 500 gram sampai 5000 gram dengan rentang pengukuran sebesar 500 gram. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa data sensor *load cell single-point* memiliki tingkat kesalahan relatif sebesar 0,08%, tingkat keakurasian sebesar 99,92% dan sensor *load cell half-bridge* memiliki tingkat kesalahan relatif sebesar 0,56%, tingkat keakurasian sebesar 99,44%. Berdasarkan hasil karakterisasi tersebut dapat disimpulkan bahwa sensor *load cell* tipe *single-point* memiliki kesalahan relatif lebih kecil dibandingkan dengan sensor *load cell* tipe *half-bridge*.

Kata-kata kunci: antropometri, *load cell half-bridge*, *load cell single point*, massa badan.

Abstract

Body mass is one of the parameters used to determine nutritional status. In anthropometric devices, body mass measurement can be done using a load cell sensor. The load cell sensor operates based on the principle of resistance or voltage changes that occur when a load is applied to the load cell. This study aims to compare the relative error and accuracy values of two types of sensors, namely the single-point load cell sensor and the half-bridge load cell sensor. The method used is characterization and comparison of the rising and falling output values of the sensors with a conventional device by inputting masses ranging from 500 grams to 5000 grams, with a measurement range of 500 grams. The characterization results show that the single-point load cell sensor data has a relative error rate of 0,08%, an accuracy rate of 99,92%, while the half-bridge load cell sensor has a relative error rate of 0,56%, and an accuracy rate of 99,44%. Based on these characterization results, it can be concluded that the single-point load cell sensor has a smaller relative error compared to the half-bridge load cell sensor.

Keywords: anthropometry, *half-bridge load cell*, *single-point load cell*, body mass.

PENDAHULUAN

Masa balita merupakan periode kritis yang harus dilewati oleh setiap anak. Pada tahap ini, anak mengalami perubahan, salah satunya perubahan terhadap fisik [1]. Salah satu metode pengukuran yang umum digunakan dalam menentukan status gizi atau kualitas gizi pada balita yaitu metode pengukuran antropometri [2]. Massa badan merupakan salah satu parameter yang sering digunakan dalam pengukuran antropometri untuk memonitoring pertumbuhan fisik atau keadaan gizi [3]. Perangkat utama yang digunakan untuk mengukur massa badan adalah sensor *load cell*. Sensor *load cell* merupakan transduser yang mengubah energi kompresi menjadi energi listrik. Dalam pengaplikasian untuk pengukuran otomatis, sensor *load cell* menggunakan modul HX-711 sebagai perangkat untuk penguat sinyal keluaran [4]. Sensor *load cell* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor *load cell single-point* dan sensor *load cell half-bridge*.

Dua tipe sensor *load cell* yang digunakan dalam penelitian ini berbasis *strain gauge*. *Load cell* berbasis *strain gauge* memiliki pengukuran yang sangat presisi dan linear, sedikit pengaruh akibat perubahan suhu, dan memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan dengan jenis *load cell* lainnya [5]. *Load cell* berbasis *strain gauge* bekerja berdasarkan prinsip bahwa *strain gauge* mengalami deformasi ketika bahan *load cell* diletakkan sebuah beban [6]. Gaya yang dihasilkan oleh beban dapat dirasakan dengan mengubah bentuk *strain gauge* dengan mekanisme yang sesuai struktur. *Strain gauge* mengubah sedikit perubahan hambatan menjadi sinyal listrik menggunakan rangkaian listrik yang dikenal sebagai jembatan *Wheatstone* [7]. Salah satu contoh alat yang menggunakan prinsip kerja dari sensor *load cell* adalah timbangan yang sering digunakan untuk mengetahui berat suatu benda [8]. Terkadang, hasil pengukuran massa suatu benda yang bersifat manual ataupun digital dapat terjadi kesalahan (*error*) yang mengakibatkan hasil pengukuran tidak akurat dan efisien. Hal tersebut akan merugikan banyak pihak. Penyebab ketidakakuratan ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kondisi mekanik dari alat ukur yang digunakan maupun dari penggunaannya [9].

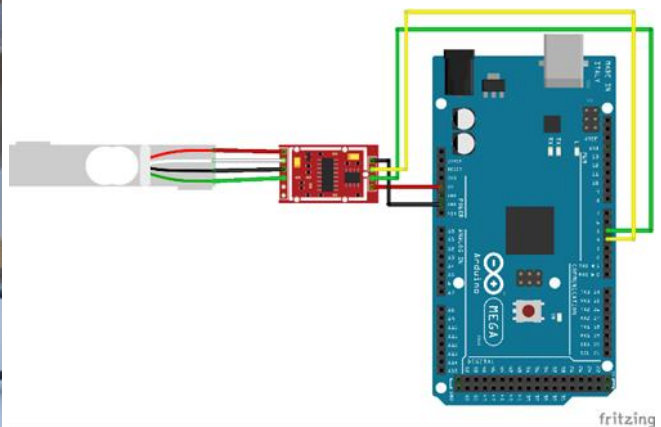
Berdasarkan paparan tersebut, akan dilakukan penelitian pada kedua tipe sensor *load cell*, yaitu sensor *load cell single-point* dan sensor *load cell half-bridge*. Penelitian ini akan membandingkan hasil dari pengujian alat penelitian dengan alat ukur konvensional yang bertujuan untuk menilai tingkat akurasi pada sensor [10]. Setelah dilakukan kalibrasi, penelitian ini dapat diimplementasi dalam pengukuran massa badan pada sistem antropometri balita.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan 2 tipe sensor *load cell* yaitu 4 buah sensor *load cell* tipe *half-bridge* dan 1 buah sensor *load cell* tipe *single-point*, anak timbangan 500 gram, 2 buah papan berukuran 40x40 cm, untuk pengukuran sensor *load cell half-bridge*, 2 buah papan berukuran 21x28 cm untuk pengukuran sensor *load cell single-point*, modul HX711 dan Arduino Mega 2560 sebagai sistem program. Rangkaian 4 sensor *load cell single-point* dirancang menggunakan papan berukuran 40x40 cm dengan peletakan estimasi jarak antar sensor sebesar 19,5 cm. Rangkaian sensor *load cell single-point* dirancang menggunakan papan berukuran 21x28 cm dengan masing-masing-masing papan terlebih dahulu dilakukan pelubangan sebanyak empat titik untuk menyambungkan antara papan dengan sensor. Masing-masing tipe sensor *load cell* dirangkai dan dihubungkan ke modul HX711 dan Arduino Mega 2560. Proses karakterisasi kedua tipe sensor *load cell* masing-masing dilakukan dengan rentang massa dari 500 gram – 5000 gram. Pengukuran tersebut dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali untuk kenaikan dan penurunan beban setiap perubahan 500 gram.



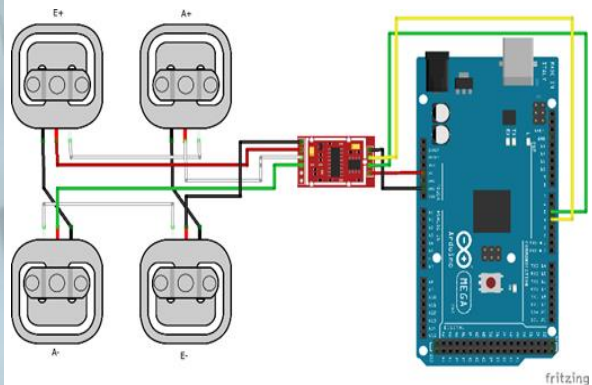
(a)



(b)

GAMBAR 1. (a) Proses kalibrasi sensor load cell single-point (b) skema rangkaian sensor load cell single-point

(a)



(b)

GAMBAR 2. (a) Proses kalibrasi sensor *load cell half-bridge* (b) skema rangkaian sensor *load cell half-bridge*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses karakterisasi sensor bertujuan untuk membandingkan tingkat keakurasian antara sensor *load cell single-point* dengan sensor *load cell half-bridge* dalam melakukan pengukuran massa dengan diberikan variasi dan perubahan beban yang sama. Pengukuran massa dilakukan dengan membandingkan massa anak timbangan dengan massa yang terbaca oleh sensor dengan pengulangan pengukuran sebanyak 10 kali pada masing-masing massa. Data hasil pengukuran sensor *load cell single-point* dan sensor *load cell half bridge* masing-masing dapat ditunjukkan pada TABEL 1 dan TABEL 2.

TABEL 1. Data hasil pengukuran massa dengan anak timbangan dan sensor load cell single-point

Massa anak timbangan (gram)	Nilai massa Rata-rata Sensor (gram)	Kesalahan Relatif (%)	Akurasi (%)
500	501.61	0.322	99.678
1000	1001.36	0.136	99.864
1500	1500.63	0.042	99.958
2000	2000.11	0.005	99.995

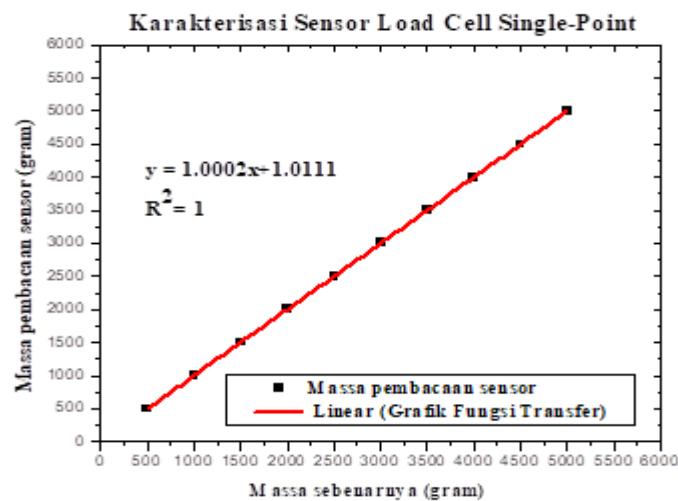
Massa anak timbangan (gram)	Nilai massa Rata-rata Sensor (gram)	Kesalahan Relatif (%)	Akurasi (%)
2500	2500.48	0.019	99.981
3000	3005.44	0.181	99.819
3500	3501.67	0.048	99.952
4000	4000.10	0.003	99.997
4500	4499.88	0.003	99.997
5000	5003.55	0.071	99.929
Rata-rata		0.08	99.92

Berdasarkan data TABEL 1, diperoleh nilai kesalahan relatif terendah dan akurasi tertinggi pada sensor *load cell single-point* sebesar 0,003% dan 99,997% pada pengukuran massa 4000 dan 4500 gram. Sedangkan, Nilai kesalahan relatif tertinggi dan akurasi terendah pada sensor *load cell single-point* sebesar 0,322% dan 99,678% pada pengukuran massa 500 gram. Secara keseluruhan, sensor *load cell single-point* memiliki tingkat kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,08% dan tingkat akurasi rata-rata sebesar 99,92%.

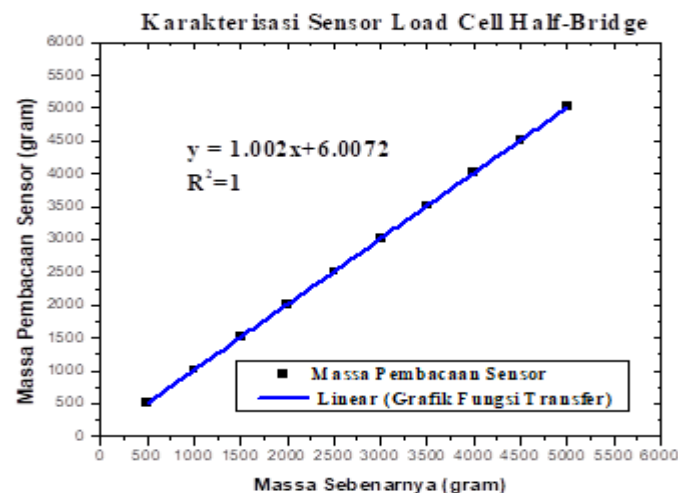
TABEL 2. Data hasil pengukuran massa dengan anak timbangan dan sensor *load cell half-bridge*.

Massa (gram)	Nilai massa Rata-rata Sensor (gram)	Kesalahan Relatif (%)	Akurasi (%)
500	504.93	0.987	99.013
1000	1009.79	0.979	99.021
1500	1512.72	0.848	99.152
2000	2006.80	0.340	99.660
2500	2513.47	0.539	99.461
3000	3014.29	0.476	99.524
3500	3514.81	0.423	99.577
4000	4017.16	0.429	99.571
4500	4508.67	0.193	99.807
5000	5018.55	0.371	99.629
Rata-rata		0.56	99.44

Berdasarkan data TABEL 2, diperoleh nilai kesalahan relatif terendah dan akurasi tertinggi pada sensor *load cell half-bridge* sebesar 0,0193% dan 99,807% pada pengukuran massa 4500 gram. Sedangkan, Nilai kesalahan relatif tertinggi dan akurasi terendah pada sensor *load cell half-bridge* sebesar 0,987% dan 99,013% pada pengukuran massa 500 gram. Secara keseluruhan, sensor *load cell half-bridge* memiliki tingkat kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,56% dan tingkat akurasi rata-rata sebesar 99,44%.



GAMBAR 3. Karakterisasi Sensor Load Cell Single-Point



GAMBAR 4. Karakterisasi Sensor Load Cell Half-Bridge

Berdasarkan GAMBAR 3 dan GAMBAR 4 diatas menunjukkan bahwa kedua tipe sensor *load cell* memiliki grafik bersifat linear. Adapun untuk nilai sensitivitas yang dimiliki sensor *load cell single-point* sebesar 1,0002 dan sensor *load cell half-bridge* sebesar 1,002. Grafik fungsi transfer kemudian diubah menjadi fungsi invers sehingga didapatkan persamaan fungsi invers sensor *load cell single-point* yang ditunjukkan pada persamaan (1) dan grafik fungsi invers sensor *load cell half-bridge* yang ditunjukkan pada persamaan (2).

$$y = 0,9998x - 1,0073 \quad (1)$$

$$y = 0,998x - 6,7009 \quad (2)$$

Dimana x merupakan nilai massa yang dibaca oleh sensor (gram) dan y merupakan nilai massa sebenarnya (gram). Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai kesalahan relatif sensor *load cell single-point* setelah dikalibrasi sebesar 0,08% dan nilai kesalahan relatif sensor *load cell half-bridge* setelah dikalibrasi sebesar 0,56%.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil karakterisasi antara sensor *load cell single-point* dan sensor *load cell half-bridge*. Sensor *load cell single-point* memiliki tingkat kesalahan relatif sebesar 0,08% dan tingkat keakurasian sebesar 99,92%. Sensor *load cell half-bridge* memiliki tingkat kesalahan relatif sebesar 0,56% dan tingkat keakurasian sebesar 99,44%. Dapat disimpulkan bahwa sensor *load cell single-point* dan sensor *load cell half bridge* memiliki tingkat keakurasian dalam pengukuran massa sangat tinggi. Nilai akurasi pada kedua tipe sensor *load cell* dapat dinyatakan mampu menunjukkan nilai pengukuran yang sebenarnya dan dapat diaplikasikan dalam pembuatan sistem antropometri balita dalam pengukuran massa badan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat atas pendanaan riset Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi No.034/PG.02.00/PL/2023.

REFERENSI

- [1] R. M. Kusuma, R. A. Hasanah, "Antropometri Pengukuran Status Gizi Anak Usia 24-60 Bulan," *Jurnal Medika Respati*, vol. 13, no. 4, pp. 36-42, 2018.
- [2] H. Hafizan, A. N. Putri, "Penerapan Metode Klasifikasi Decision Tree Pada Status Gizi," *Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Manajemen)*, vol. 1, no. 2, pp. 68-72, 2022.
- [3] Febrianti, R. S. Wahyuni, D. S. Dale, "Pemeriksaan Pertumbuhan Tinggi Badan Dan Berat Badan," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 1, pp. 15-20, 2019.
- [4] A. F. Hastawan *et al.*, "Comparison of testing load cell sensor data sampling method based on the variation of time delay," *IOP Publishing*, pp. 1-9, 2021.
- [5] S. Das *et al.*, "Manufacture of Electronic Weighing Machine Using Load Cell," *Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE)*, vol. 14, no. 4, pp. 32-37, 2019.
- [6] A. L. Silva *et al.*, "A study of strain and deformation measurement using the Arduino microcontroller and strain gauges devices," *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 41, no. 3, pp. 1-7, 2019.
- [7] O. Al-Dahiree *et al.*, "Design and Shape Optimization of Strain Gauge Load Cell for Axial Force Measurement for Test Benches," *sensor*, vol. 22, pp. 1-19, 2022.
- [8] E. K. A. B. Priskila, M. N. Manege, "Rancang Bangun Timbangan Digital Dengan Kapasitas 20Kg Berbasis Microcontroller ATmega8535," *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 6, no. 1, pp. 57-62, 2017.
- [9] Wahyudi, A. Rahman, M. Nawawi, "Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual," *Jurnal ELKOMIKA*, vol. 5, no. 2, pp. 207-220, 2017.
- [10] F. Y. Saputra, M. S. A. Amin, Perawati, "Alat Pengukur Tinggi Badan, Berat Badan, Dan Suhu Badan Digital Menggunakan Sensor Ultrasonik, Load Cell, Dan Inframerah MLX90614," *Jurnal TEKNO (Civil Engineering, Elektrical Engineering and Industrial Engineering)*, vol. 19, no. 1, pp. 60-67, 2022.