

DOI: doi.org/10.21009/03.1201.FA10

KARAKTERISASI SENSOR HY-SRF05 DAN *LOAD CELL SINGLE-POINT* SEBAGAI PARAMETER PENGUKURAN ANTROPOMETRI PADA SISTEM PEMANTAUAN STATUS GIZI BAYI

Nova Nur Halimah^{a)}, Umiatin^{b)}, Widyaningrum Indrasari^{c)}

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

Email: ^{a)}novahalimah14@gmail.com, ^{b)}umiatin@unj.ac.id, ^{c)}widyaningrum-indrasari@unj.ac.id

Abstrak

Status gizi merupakan ukuran keberhasilan status kesehatan yang dihasilkan oleh keseimbangan antara kebutuhan dengan masukan nutrisi. Salah satu indikator dalam penentuan status gizi bayi dapat dilihat melalui pengukuran antropometri. Parameter utama dalam pengukuran antropometri pada bayi adalah massa badan dan panjang badan. Perkembangan sistem antropometri yang akurat dapat membantu upaya dalam proses modernisasi di bidang kesehatan. Pada sistem pengukuran antropometri diperlukan beberapa sensor untuk memenuhi indikator dalam penentuan status gizi bayi, yaitu sensor HY-SRF05 sebagai pendeteksi panjang badan dan sensor *load cell single-point* sebagai pendeteksi massa badan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rentang kerja, sensitivitas, tingkat akurasi, serta resolusi pada tiap sensor. Oleh karena itu, dilakukan dengan mengkarakterisasi sensor HY-SRF05 dan sensor *load cell single-point* menggunakan *Raspberry Pi* sebagai sistem kendali. Karakterisasi dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran sensor dengan alat ukur konvensional. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa sensor HY-SRF05 dapat bekerja dengan baik pada rentang 30 cm-75 cm dengan kesalahan relatif sebesar 0.16%. Sedangkan untuk sensor *load cell single-point* dapat bekerja dengan baik pada rentang 1500 gram-12700 gram dengan kesalahan relatif sebesar 0.08%. Berdasarkan hasil karakterisasi yang telah didapatkan dapat disimpulkan bahwa sensor HY-SRF05 dan *load cell single-point* dapat digunakan sebagai parameter pengukuran antropometri pada sistem pemantauan status gizi bayi.

Kata-kata kunci: antropometri, HY-SRF05, *raspberry pi*, sensor *load cell single-point*, status gizi.

Abstract

Nutritional status is a measure of the success of health status resulting from a balance between nutritional needs and inputs. One indicator in determining the nutritional status of infants can be seen through anthropometric measurements. The main parameters in anthropometric measurements in infants are body mass and body length. The development of an accurate anthropometric system can assist efforts in the process of modernization in the health sector. In the anthropometric measurement system, several sensors are needed to meet the indicators in determining the nutritional status of infants, namely the HY-SRF05 sensor as a body length detector and a single-point load cell sensor as a body mass detector. This study aims to determine the working range, sensitivity, level of accuracy, and resolution of each sensor. Therefore, it was carried out by characterizing the HY-SRF05 sensor and single-point load cell sensor using the *Raspberry Pi* as the control system. Characterization is done by comparing the output value of the sensor with conventional measuring instruments. The characterization results show that the HY-SRF05 sensor can work well in the range of 30 cm-75 cm with a relative error of 0.16%. As

for the single-point load cell sensor, it can work well in the range of 1500 grams-12700 grams with a relative error of 0.08%. Based on the characterization results that have been obtained, it can be concluded that the HY-SRF05 sensor and single-point load cell can be used as anthropometric measurement parameters in the infant nutritional status monitoring system.

Keywords: anthropometry, HY-SRF05, raspberry pi, single-point load cell sensor, nutritional status.

PENDAHULUAN

Menurut Kemenkes Republik Indonesia, status gizi merupakan suatu keadaan yang diakibatkan oleh keseimbangan antara asupan zat gizi dari makanan dengan kebutuhan nutrisi yang diperlukan oleh tubuh sebagai metabolisme [1]. Penentuan status gizi pada bayi sangat penting diketahui untuk mencegah terjadinya permasalahan dalam pertumbuhan dan perkembangan. Salah satu cara untuk mengetahui status gizi pada bayi adalah dengan melakukan pengukuran antropometri. Antropometri merupakan ilmu yang mempelajari tentang pengukuran tubuh manusia berdasarkan tiga dimensi, yaitu tulang, otot, dan lemak [2]. Pengukuran antropometri merupakan pengukuran kuantitatif non-invasif yang berasal dari tubuh. Terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan dalam pengukuran antropometri seperti massa badan, panjang badan, *Body Mass Index* (BMI), MUAC, lingkar kepala, dan lipatan kulit [3]. Saat ini sistem untuk mengukur parameter antropometri masih kurang akurat. Di Indonesia, pengukuran antropometri umumnya masih menggunakan cara yang manual dengan menggunakan alat ukur seperti timbangan dan meteran. Pengukuran tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga dalam penggunaannya tidak efisien serta menunjukkan keandalan yang buruk [4]. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan sistem pengukuran antropometri untuk menentukan status gizi pada bayi agar sistem dapat bekerja lebih akurat, efektif, serta efisien.

Parameter utama yang digunakan dalam pengukuran antropometri pada bayi diantaranya adalah massa badan dan panjang badan. Massa badan bayi baru lahir merupakan interaksi yang terbentuk dari beberapa faktor melalui suatu proses selama berada dalam kandungan. Faktor yang mempengaruhi massa badan bayi baru lahir diantaranya usia ibu, jarak kehamilan, paritas, kadar hemoglobin, LILA, serta kenaikan massa badan ibu saat hamil. Secara umum, massa ideal bayi baru lahir berkisar antara 2500 gram hingga 4000 gram [5]. Parameter lain yang cukup penting adalah panjang badan. Panjang badan ideal bayi baru lahir rata-rata berukuran 49 cm hingga 50 cm. Namun, panjang badan bayi yang berkisar antara 47 cm hingga 53 juga dianggap sebagai panjang badan ideal untuk bayi baru lahir [6].

Pada paper ini akan dipaparkan hasil karakterisasi sensor HY-SRF05 dan sensor *load cell single-point* untuk mengukur panjang dan massa badan bayi. Karakterisasi dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran sensor dengan alat ukur standar konvensional. *Raspberry Pi* digunakan sebagai sistem kendali untuk menampilkan keluaran yang dibaca oleh sensor. Setelah karakterisasi dilakukan, sensor HY-SRF05 dan sensor *load cell single-point* akan diaplikasikan pada sistem untuk pengukuran antropometri.

METODOLOGI

Proses karakterisasi pada penelitian ini menggunakan sensor HY-SRF05 dan sensor *load cell single-point* yang diprogram menggunakan *Raspberry Pi*. Karakterisasi sensor dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran sensor dengan alat ukur standar konvensional. Alat ukur standar yang digunakan pada penelitian ini adalah meteran dan timbangan digital. Karakterisasi sensor HY-SRF05 dilakukan menggunakan sampel berupa benda seperti kardus kecil dengan cara meletakkan benda tersebut pada rentang kerja pengukuran panjang sebesar 30 cm hingga 75 cm dengan perbedaan rentang 5 cm. Rentang kerja pengukuran panjang pada sensor ditentukan berdasarkan pengukuran panjang badan ideal bayi yang baru lahir. Proses karakterisasi dilakukan sebanyak 10 kali dengan pengulangan sebanyak lima kali. Karakterisasi sensor *load cell single-point* dilakukan menggunakan massa sebagai media untuk pengukuran massa dan dilakukan dengan cara meletakkan beras pada wadah pada rentang kerja yang dimulai dari 1500 gram hingga 12700 gram dengan perbedaan

rentang 800 gram. Rentang kerja pengukuran massa pada sensor ditentukan berdasarkan pengukuran massa badan ideal bayi yang baru lahir. Pengukuran dilakukan sebanyak 15 kali dengan pengulangan sebanyak lima kali. Setelah itu dilakukan analisa berdasarkan hasil karakterisasi yang telah didapatkan. Setelah dilakukan analisa hasil karakterisasi sensor, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian resolusi untuk masing-masing sensor. Resolusi sensor merupakan suatu perubahan terkecil dari masukan atau variabel yang diukur [7]. Pengujian resolusi sensor ini bertujuan untuk mengetahui ketidakpastian atau angka toleransi sensor yang digunakan dalam mengukur suatu objek. Pengujian resolusi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran panjang maupun massa dari nilai keluaran sensor dengan alat ukur standar dengan menggunakan resolusi yang berbeda. Resolusi yang digunakan untuk pengujian resolusi sensor HY-SRF05, yaitu resolusi 1 mm, resolusi 2 mm, resolusi 3 mm, resolusi 4, dan resolusi 5 mm. Sedangkan resolusi yang digunakan untuk pengujian resolusi sensor *load cell single-point* adalah resolusi 10 gram, resolusi 50 gram, dan resolusi 100 gram. Pengujian resolusi yang berbeda ini berfungsi untuk mengetahui nilai resolusi paling baik untuk tiap sensor yang ditentukan berdasarkan nilai kesalahan terkecil.



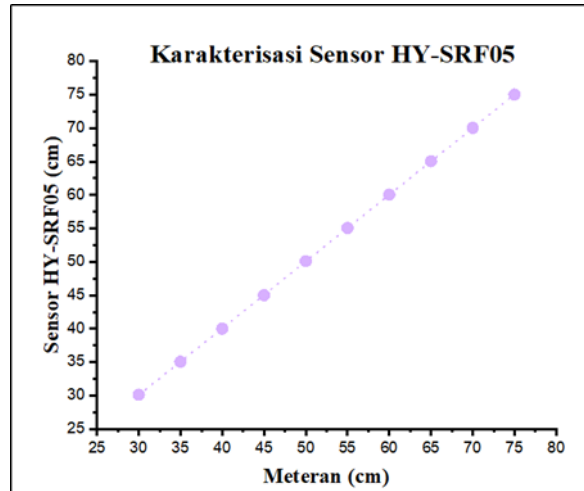
GAMBAR 1. (a) proses karakterisasi sensor HY-SRF05 dan (b) proses karakterisasi sensor *load cell single-point*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi sensor merupakan salah satu cara untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca atau mendeteksi suatu objek maupun besaran [8]. Karakterisasi dilakukan agar dapat mengetahui kualitas sensor yang digunakan seperti rentang kerja, akurasi, resolusi, dan sensitivitas. Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi satu buah sensor HY-SRF05 dan satu buah sensor *load cell single-point*.

Karakterisasi Sensor HY-SRF05

Sensor HY-SRF05 ini merupakan sensor non-kontak yang berfungsi sebagai pengukur panjang dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Sensor ini bekerja pada jarak 3 m hingga 4 m dengan tingkat resolusi sebesar 3 mm [9]. Karakterisasi sensor HY-SRF05 dilakukan dengan mengidentifikasi rentang panjang pengukuran sensor yang digunakan pada sistem. Pada penelitian ini rentang panjang ditentukan berdasarkan pengukuran panjang badan ideal bayi yang baru lahir, yaitu 30 cm hingga 75 cm dengan perbedaan rentang sebesar 5 cm. Pengambilan data pengukuran karakterisasi sensor HY-SRF05 ini dilakukan pengulangan sebanyak lima kali. Hasil karakterisasi sensor HY-SRF05 dapat ditunjukkan pada GAMBAR 2.



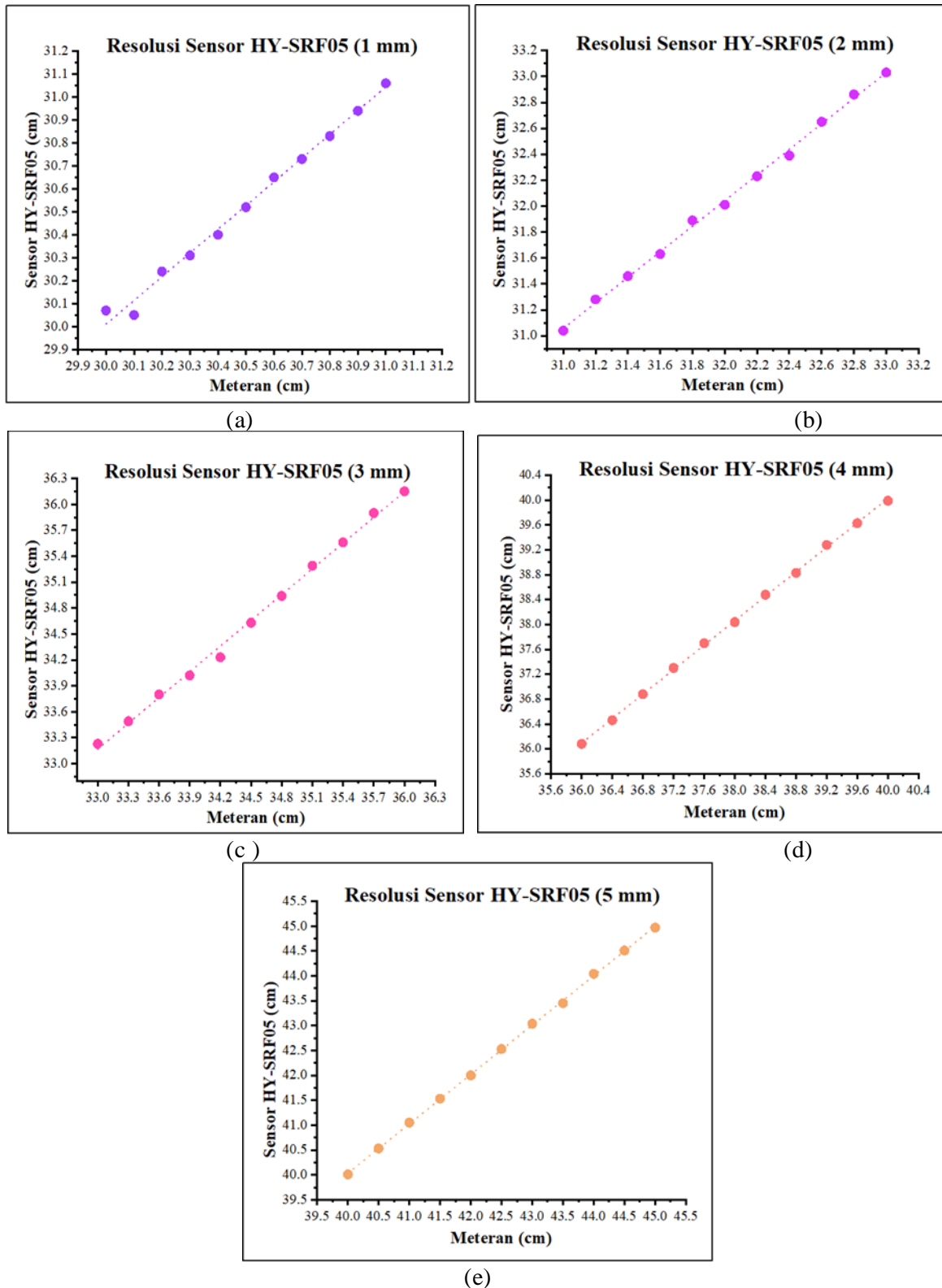
GAMBAR 2. Karakterisasi sensor HY-SRF05

Berdasarkan GAMBAR 2 dapat ditunjukkan bahwa nilai panjang yang terukur oleh sensor HY-SRF05 sebanding dengan nilai panjang yang terukur oleh meteran sehingga dapat disimpulkan bahwa grafik tersebut bersifat linear. Berdasarkan grafik tersebut kemudian akan dibuat dalam bentuk persamaan regresi untuk mengetahui pengukuran nilai sebenarnya. Adapun persamaan regresi yang didapatkan dari grafik tersebut adalah sebagai berikut:

$$y = 0.9984x - 0.1353 \quad (1)$$

Dimana x adalah nilai panjang yang terbaca oleh sensor (cm) sedangkan y adalah nilai panjang sebenarnya yang terukur (cm). Berdasarkan persamaan 1 didapatkan nilai kemiringan sebesar 0.9984. Nilai kemiringan merepresentasikan nilai sensitivitas sensor yang digunakan. Berdasarkan hasil pengolahan data dari persamaan tersebut dapat ditunjukkan bahwa sensor HY-SRF05 dapat bekerja dengan baik pada rentang 30 cm hingga 75 cm dengan nilai rata-rata kesalahan relatif sebesar 0.16% serta tingkat akurasi sebesar 99.84%.

Setelah dilakukan karakterisasi sensor, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian resolusi untuk sensor HY-SRF05. Pengujian resolusi sensor HY-SRF05 ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran panjang dari nilai keluaran sensor dengan alat ukur standar menggunakan resolusi yang berbeda untuk tiap panjang tertentu, yaitu 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, dan 5 mm. Pengujian resolusi yang berbeda ini berfungsi untuk mengetahui nilai resolusi paling baik untuk tiap sensor yang ditentukan berdasarkan nilai rata-rata kesalahan relatif terkecil. Hasil pengujian resolusi sensor HY-SRF05 dapat ditunjukkan pada gambar berikut:



GAMBAR 3. pengujian resolusi sensor HY-SRF05: (a) resolusi 1 mm, (b) resolusi 2 mm, (c) resolusi 3 mm, (d) resolusi 4 mm, dan (e) resolusi 5 mm

Berdasarkan GAMBAR 3 dapat diketahui bahwa persamaan regresi dari sensor pada tiap pengujian resolusi dengan meteran berbentuk linear dengan masing-masing nilai kemiringan, yaitu 1.0336, 0.9864, 0.9930, 0.9834, dan 0.9922. Nilai kemiringan tersebut merepresentasikan nilai

sensitivitas dari sensor. Adapun hasil pengolahan data yang didapatkan dari grafik tersebut adalah sebagai berikut:

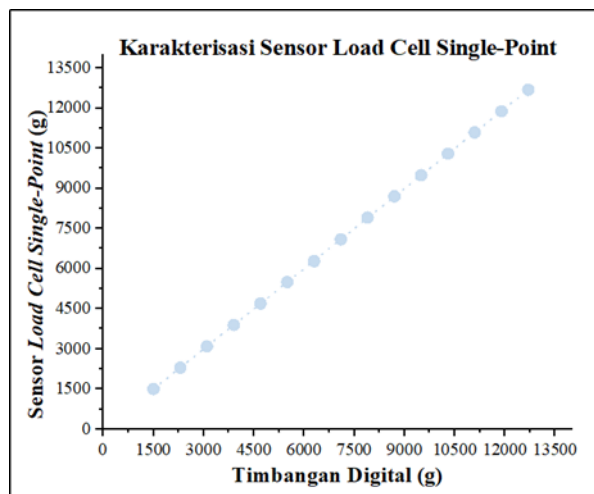
TABEL 1. hasil pengolahan data resolusi sensor HY-SRF05

Sampel Jarak (mm)	Gradien (a)	Intercept (b)	Selisih	Error (%)	Ketepatan (%)	$y = ax + b$
1	1.0336	-0.9986	0.0336	3.36	96.64	$y = 1.0336x - 0.9986$
2	0.9864	0.4791	0.0136	1.36	98.64	$y = 0.9864x + 0.4791$
3	0.9930	0.3986	0.007	0.7	99.30	$y = 0.9930x + 0.3986$
4	0.9834	0.6914	0.0166	1.66	98.34	$y = 0.9834x + 0.6914$
5	0.9922	0.3468	0.0078	0.78	99.22	$y = 0.9922x + 0.3468$

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa sensor HY-SRF05 pada resolusi 1 mm, resolusi 2 mm, resolusi 3 mm, resolusi 4 mm, dan resolusi 5 mm memiliki kesalahan relatif masing-masing sebesar 3.36%, 1.36%, 0.7%, 1.66%, dan 0.78%. Berdasarkan nilai kesalahan relatif yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa pengujian pada resolusi 3 mm memiliki nilai kesalahan relatif paling kecil dibandingkan dengan nilai kesalahan relatif pada titik resolusi lainnya sehingga sensor HY-SRF05 ini memiliki resolusi sebesar 3 mm.

Karakterisasi Sensor Load Cell Single-Point

Sensor *load cell* merupakan suatu alat transduser yang dapat menghasilkan nilai keluaran proporsional dengan beban atau gaya yang diberikan [10]. Sensor *load cell single-point* memiliki nilai sensitivitas sebesar $2.0 \pm 10\%$ mV/V dengan kelas akurasi berada pada C3 [11]. Nilai keluaran pada sensor *load cell single-point* umumnya masih sangat kecil serta data yang dihasilkan masih berupa data analog sehingga diperlukan adanya penguat serta konversi data analog ke digital dengan menggunakan modul HX711 [12]. Karakterisasi sensor *load cell single-point* dilakukan dengan mengidentifikasi rentang massa pengukuran sensor yang digunakan pada sistem. Pada penelitian ini rentang massa ditentukan berdasarkan pengukuran massa badan ideal bayi yang baru lahir, yaitu 1500 gram hingga 12700 gram dengan perbedaan rentang sebesar 800 gram. Pengambilan data pengukuran karakterisasi sensor *load cell single-point* ini dilakukan pengulangan sebanyak lima kali. Hasil karakterisasi sensor *load cell single-point* dapat ditunjukkan pada GAMBAR 4.



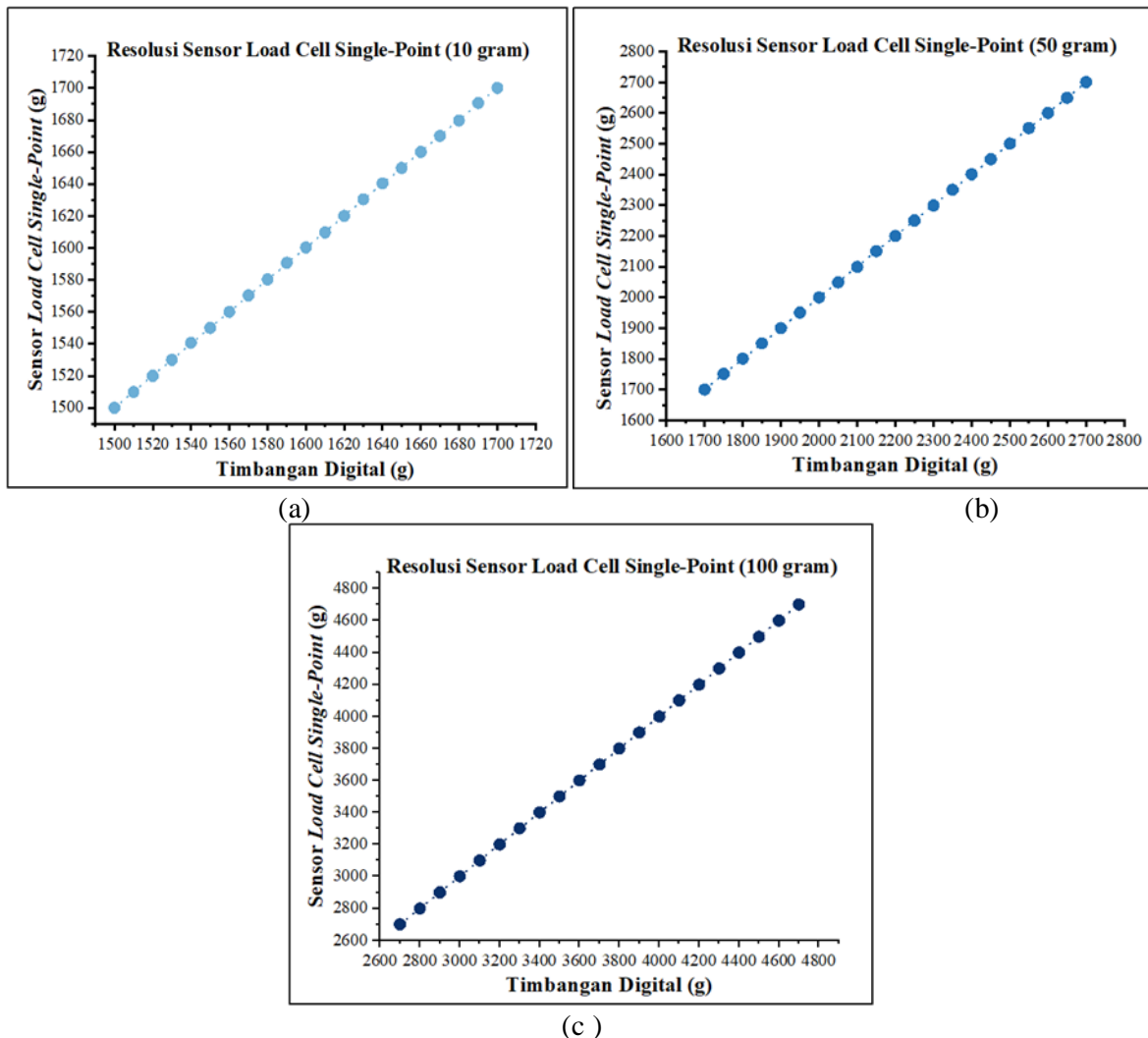
GAMBAR 4. karakterisasi sensor *load cell single-point*

Berdasarkan GAMBAR 4 dapat ditunjukkan bahwa nilai massa yang terukur oleh sensor *load cell single-point* sebanding dengan nilai massa yang terukur oleh timbangan digital sehingga dapat disimpulkan bahwa grafik tersebut bersifat linear. Berdasarkan grafik tersebut kemudian akan dibuat dalam bentuk persamaan regresi untuk mengetahui pengukuran nilai sebenarnya. Adapun persamaan regresi yang didapatkan dari grafik tersebut adalah sebagai berikut:

$$y = 0.9992x - 0.4719 \tag{2}$$

Dimana x adalah nilai massa yang terbaca oleh sensor (gram) sedangkan y adalah nilai massa sebenarnya yang terukur (gram). Berdasarkan persamaan 2 didapatkan nilai kemiringan sebesar 0.9992. Nilai kemiringan merepresentasikan nilai sensitivitas sensor yang digunakan. Berdasarkan hasil pengolahan data yang didapatkan ditunjukkan bahwa sensor *load cell single-point* dapat bekerja dengan baik pada rentang 1500 gram hingga 12700 gram dengan nilai rata-rata kesalahan relatif sebesar 0.08% serta tingkat akurasi sebesar 99.92%.

Sama halnya dengan sensor HY-SRF05, setelah hasil karakterisasi sensor *load cell single-point* telah didapatkan maka dilakukan pengujian resolusi untuk sensor *load cell single-point*. Pengujian resolusi sensor *load cell single-point* ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran panjang dari nilai keluaran sensor dengan alat ukur standar menggunakan resolusi yang berbeda untuk tiap massa tertentu, yaitu 10 gram, 50 gram, dan 100 gram. Pengujian resolusi yang berbeda ini berfungsi untuk mengetahui nilai resolusi paling baik untuk tiap sensor yang ditentukan berdasarkan nilai rata-rata kesalahan relatif terkecil. Hasil pengujian resolusi sensor *load cell single-point* dapat ditunjukkan pada gambar berikut:



GAMBAR 5. Pengujian resolusi sensor *load cell single-point*: (a) resolusi 10 gram, (b) resolusi 50 gram, dan (c) resolusi 100 gram

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa persamaan regresi dari sensor pada tiap pengujian resolusi dengan meteran berbentuk linear dengan masing-masing nilai kemiringan, yaitu

0.9999, 1.0004, dan 0.9995. Nilai kemiringan tersebut merepresentasikan nilai sensitivitas dari sensor. Adapun hasil pengolahan data yang didapatkan dari grafik tersebut adalah sebagai berikut:

TABEL 2. hasil pengolahan data resolusi sensor HY-SRF05

Sampel Jarak (mm)	Gradien (a)	Intercept (b)	Selisih	Error (%)	Ketepatan (%)	$y = ax + b$
1	0.9999	0.3444	0.0001	0.01	99.99	$y = 0.9999x + 0.3444$
2	1.0004	-0.8785	0.0004	0.04	99.96	$y = 1.0004x - 0.8785$
3	0.9995	1.7431	0.0005	0.05	99.95	$y = 0.9995x + 1.7431$

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa sensor *load cell single-point* pada resolusi 10 gram, resolusi 50 gram, dan resolusi 100 gram memiliki kesalahan relatif masing-masing sebesar 0.01%, 0.04%, dan 0.05%. Berdasarkan nilai kesalahan relatif yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa pengujian pada resolusi 10 gram memiliki nilai kesalahan relatif paling kecil dibandingkan dengan nilai kesalahan relatif pada titik resolusi lainnya sehingga sensor *load cell single-point* ini memiliki resolusi sebesar 10 gram.

SIMPULAN

Karakterisasi sensor HY-SRF05 dan sensor *load cell single-point* telah dilakukan. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa sensor HY-SRF05 sebagai alat untuk mengukur panjang badan dapat bekerja dengan baik pada rentang 30 cm hingga 75 cm dengan resolusi 3 mm. Hasil karakterisasi sensor HY-SRF05 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kesalahan relatif sebesar 0.16% dengan tingkat akurasi sebesar 99.84%. Sedangkan untuk sensor *load cell single-point* sebagai alat untuk mengukur massa badan juga dapat bekerja dengan baik pada rentang 1500 gram hingga 12700 gram dengan resolusi 10 gram. Hasil karakterisasi sensor *load cell single-point* menunjukkan bahwa nilai rata-rata kesalahan relatif sebesar 0.08% dengan tingkat akurasi sebesar 99.92%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sensor HY-SRF05 dan *load cell single-point* dapat digunakan sebagai parameter pengukuran antropometri pada sistem pemantauan status gizi bayi.

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] Kemenkes Republik Indonesia, "Standar Antropometri Anak," vol. 21, no. 1, pp. 1-9, 2020.
- [2] S. J. Ulijaszek, "Intra-and inter-observer error in anthropometric measurement," *Anthropology: The Individual and the Population*, Cambridge: Cambridge University Press, vol. 1, pp. 30-55, 1994.
- [3] D. Santos *et al.*, "Reference Values for Body Composition and Anthropometric Measurements in Athletes," *PLoS One*, vol. 9, no. 5, p. e97846, 2014.
- [4] N. Asmawati, Fitriana, N. A. Putri, "Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Berat Badan Bayi Baru Lahir di Wilayah Kerja Puskesmas Seputih Raman Lampung Tengah Tahun 2016," *Jurnal Gizi Aisyah*, vol. 1, no. 1, pp. 8-13, 2018.
- [5] S. Jamshed *et al.*, "Frequency of Normal Birth Length and Its Determinants: A Cross-Sectional Study in Newborns," *Cureus*, vol. 12, no. 9, 2020.
- [6] Umiatin *et al.*, "Development of a Multisensor-Based Non-Contact Anthropometric System for Early Stunting Detection," *Journal of Sensor and Actuator Networks*, vol. 11, no. 4, 2022.

- [7] Yusro, Diamah, “Sensor dan Transduser Teori dan Aplikasi,” Jakarta: Universitas Negeri Jakarta, 2019.
- [8] B. A. Sugiarto *et al.*, “Aplikasi Sensor Polusi Udara,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 8, no. 3, pp. 193-200, 2019.
- [9] A. Rangga, J. Tarigan, “Rancang Ketinggian Bangun Alat Pendeteksi Banjir secara Dini Menggunakan Mikrokontroler ATmega8535 dan Sensor Ultrasonik HY-SRF05,” *Magnetic: Research Journal of Physics and It's Application*, vol. 1, no. 2, pp. 66-73, 2021.
- [10] R. Z. Fahmi, “Penerapan Alat Pembaca Sensor Load Cell pada Universal Testing Machine (UTM),” Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [11] R. Alvian, “Prototipe Penimbang Gula Otomatis Menggunakan Sensor Berat Berbasis ATmega16,” Malang: Universitas Brawijaya, 2014.
- [12] Afdali, Daud, Putri, “Perancangan Alat Ukur Digital untuk Tinggi dan Berat Badan dengan Output Suara Berbasis Arduino Uno,” *Jurnal Elkomika*, vol. 5, no. 1, p. 106, 2017.

