

**SMART NUTRITION SCALE UNTUK DETEKSI GIZI BAYI DAN
REKOMENDASI MPASI OTOMATIS**
Retno Sukmaningrum¹⁾, dan Agrippina Waya Rahmaning G²⁾, Haninda Agyanti F³⁾,

^{1,2,3} Teknik Elektronika, Departemen Teknik Elektro,
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
E-mail:

¹ retno@pens.ac.id

² agrippina@pens.ac.id ¹

³ hanindagyanti08@gmail.com

Abstract - Monitoring the nutritional status of infants aged 6 to 12 months is crucial, as it has a direct impact on physical growth, cognitive development, and overall health. This study introduces a Smart Nutrition Scale designed around an ESP32 microcontroller. It incorporates a load cell sensor for measuring body weight and a rotary encoder for detecting body length. The system automatically processes the measurement data using anthropometric parameters and WHO Z-score standards to classify nutritional status. It then generates personalized complementary feeding (MPASI) recommendations based on the infant's age, sex, and nutritional category, detailing the daily requirements for carbohydrates, proteins, and fats. The results of the measurements and the recommendations are displayed on an LCD screen and a connected web interface via Firebase. Accuracy tests demonstrate a weight measurement precision of 96.48% and a length accuracy of 99.71%. This innovative system serves as a practical and accessible tool to assist parents and healthcare professionals in early nutritional screening and guidance for complementary feeding.

Keywords: *Smart Nutrition Scale, Nutritional Status, Load Cell, Z-Score, MPASI Recommendation*

PENDAHULUAN

Gizi buruk pada bayi adalah kondisi ketika asupan gizi tidak mencukupi untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan yang optimal (Emmaria et al., 2024). WHO menyatakan bahwa bayi usia 6–8 bulan dengan berat badan di bawah 2.000 gram dan usia 9–12 bulan di bawah 4.000 gram tergolong mengalami gizi buruk (Abhiram, 2022). Kondisi ini mencakup kekurangan energi, protein, vitamin, mineral, serta gangguan fisik dan mental (Ramlah, 2021). Gejalanya meliputi tubuh sangat kurus, kulit kering, perut buncit, dan keterlambatan tumbuh kembang (NAIBAHO, 2020).

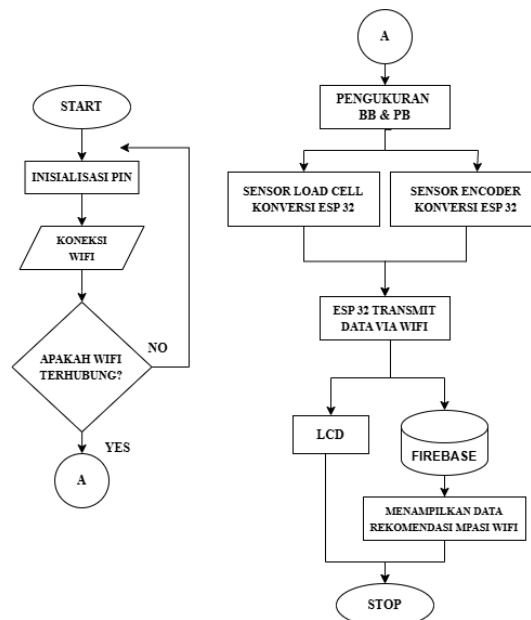
Deteksi awal dilakukan dengan menimbang berat dan mengukur panjang badan bayi menggunakan alat antropometri (Fajrian, 2024). Data kemudian diplot pada kurva BB/TB dalam Buku KIA atau situs resmi kesehatan (Fayasari, 2023). Penanganan mencakup peningkatan kualitas dan frekuensi makanan serta pemberian nutrisi yang seimbang (Hamsa et al., 2021). MPASI menjadi intervensi penting untuk memenuhi kebutuhan gizi bayi di samping ASI (Husnah et al., 2022).

Penelitian sebelumnya mengembangkan timbangan cerdas untuk pemantauan berat badan, namun penelitian ini berfokus pada sistem monitoring status gizi yang lebih komprehensif (Lestarini, 2023). Sistem ini menggabungkan pengukuran berat dan panjang badan untuk mendeteksi gizi buruk, serta memberikan rekomendasi MPASI yang sesuai. Tujuan utamanya adalah menghadirkan alat bantu praktis bagi orang tua dan tenaga kesehatan dalam memantau dan menangani gizi buruk secara efektif.

METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir Sistem

Sistem ini secara otomatis memantau status gizi balita melalui sensor load cell (berat) dan encoder (panjang badan), dengan pemrosesan data oleh ESP32 berdasarkan standar WHO. Hasil klasifikasi ditampilkan di LCD dan disimpan di Firebase. Pengguna dapat mengakses riwayat pengukuran dan menerima rekomendasi MPASI berbasis kebutuhan kalori melalui aplikasi monitoring. Alur sistem dimulai dari pengukuran dua sensor seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

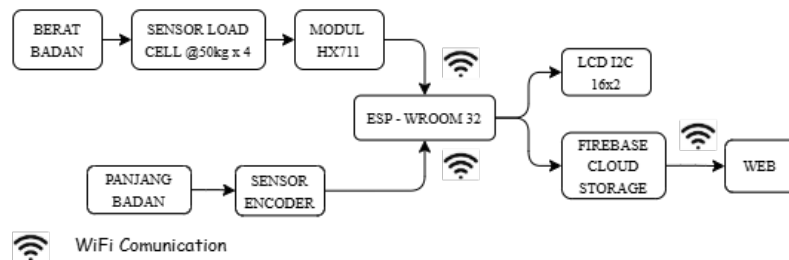


Gambar 1 Diagram Alir

B. Rancangan Perangkat Keras

Perangkat keras menggunakan 4 baterai 1,5 V yang diserikan menjadi 6 V, lalu diturunkan menjadi 5 V dengan Buck Converter untuk menyalakan sensor, mikrokontroler ESP32, dan LCD. Data dari sensor dikirim ke ESP32, yang memproses klasifikasi status gizi dan rekomendasi MPASI, serta menyimpan data di Firebase. Hasil pengukuran

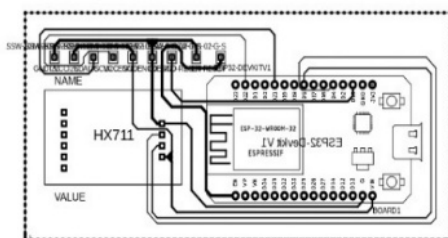
ditampilkan di LCD 16x2, sementara klasifikasi dan rekomendasi ditampilkan melalui website, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Blok Sistem

C. Rancangan Sitem Mekanik

Perancangan mekanik menggunakan komponen yang sesuai untuk membentuk sistem lengkap dengan ESP32 sebagai pusat pemrosesan. Rangkaian mencakup input, proses, dan output. Alat berukuran 60×40 cm dengan berat ±2 kg, berbahan plastik. Gambar 3 menunjukkan jalur PCB yang memuat tata letak sensor, catu daya, dan data. Gambar 4 menampilkan desain akhir yang ringkas dan ergonomis untuk pengukuran bayi.



Gambar 3 Rooting PCB



Gambar 4 Bentuk Alat

C. Antarmuka Web

Website ini dirancang untuk mendeteksi status gizi bayi usia 6–12 bulan berdasarkan berat badan, tinggi badan, umur, dan jenis kelamin. Sistem menampilkan visualisasi hasil pengukuran, klasifikasi Z-score, dan rekomendasi MPASI secara otomatis.

Hasil Pemeriksaan Terakhir	
Data Pemeriksaan Nama: Azzariyah Tanggal Lahir: 13/11/2024 Jenis Kelamin: Perempuan No Registrasi: PKDBRT883 Tanggal Pemeriksaan: 17 Juni 2025 Berat Badan: 8.1514 kg Tinggi Badan: 60.06667 cm Status Gizi: Obesitas MPASI Rendah Kalori dan Tinggi Serat	MPASI Rekomendasi Kalori: 190 kkal Karbohidrat: 23 g Lemak: 5 g Protein: 9 g

Gambar 5 Hasil Pemeriksaan dan Rekomendasi

Gambar 5 memperlihatkan hasil pemeriksaan dan rekomendasi, termasuk nama bayi, berat, tinggi, IMT, Z-score, dan kategori gizi, yang disajikan secara informatif melalui antarmuka web.

D. Metode Z-Score

Z-score adalah alat statistik untuk mengukur deviasi nilai dari rata-rata dalam satuan standar deviasi. Status gizi bayi ditentukan dengan membandingkan data sensor berat dan panjang badan terhadap referensi WHO dalam Buku KIA. Rumus perhitungannya adalah:

$$Z = \frac{(X - \mu)}{\sigma}$$

Z = skor z (nilai standar deviasi)

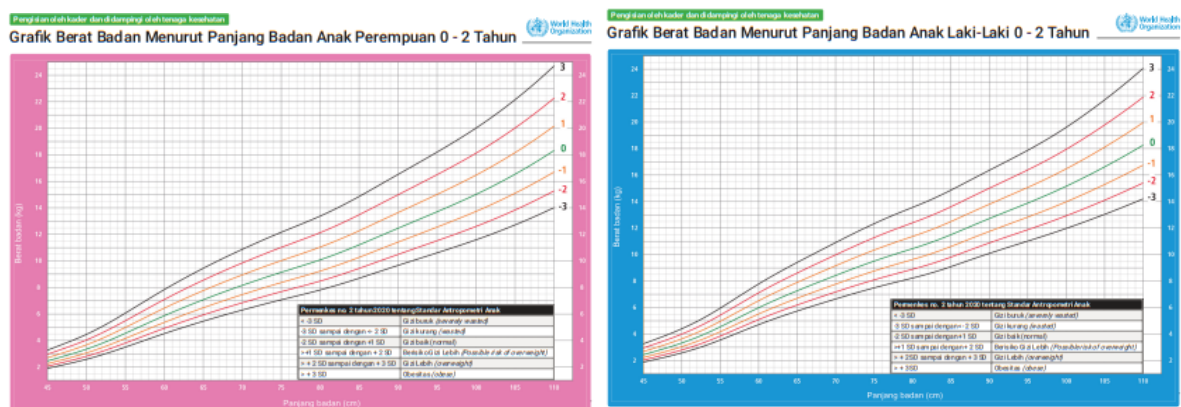
X = hasil pengukuran dari sensor (berat atau panjang badan)

μ = nilai median pada usia tertentu dari tabel referensi

σ = simpangan baku (standard deviation) dari tabel referensi

- $IMT \text{ Aktual} = \frac{BB}{TB^2(CM)}$
- $Z - Score = \frac{IMT \text{ Aktual} - IMT \text{ Median}}{(+1SD) - IMT \text{ Median}}$

Hasil perhitungan Z-score diinterpretasikan menggunakan kurva dari Buku KIA/WHO. Gambar 6 menampilkan grafik pertumbuhan Z-score WHO yang memetakan berat terhadap panjang badan, dengan zona warna untuk masing-masing kategori status gizi bayi dengan rentang gizi kurang, gizi normal, kelebihan berat badan, dan obesitas.



Gambar 6 Kurva Interpretasi Z-Score

Interpretasi z-score untuk status gizi:

- [1] $Z < -3 \text{ SD}$ → Gizi buruk
- [2] $-3 \text{ SD} \leq Z < -2 \text{ SD}$ → Gizi kurang
- [3] $-2 \text{ SD} \leq Z \leq +1 \text{ SD}$ → Gizi normal
- [4] $Z > +2 \text{ SD}$ → Gizi lebih
- [5] $Z > +3 \text{ SD}$ → Obesitas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem timbangan cerdas yang dirancang berhasil melakukan pengukuran berat dan panjang badan bayi secara otomatis menggunakan sensor load cell dan rotary encoder. Data yang diperoleh diolah menggunakan metode Z-score untuk menentukan status gizi, serta memberikan rekomendasi MPASI berbasis kebutuhan kalori.

$$\text{Nilai Error} = \frac{(\text{Nilai Hasil Alat} - \text{Nilai Set Point})}{\text{Nilai Set Point}} \times 100\%$$

A. Hasil Pengujian Data Sensor

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap data sensor load cell maupun sensor encoder. Dari hasil pengujian ini diperoleh presentase akurasi sensor load cell yaitu sebesar 96,48% dan sensor encoder 99,71%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor dapat digunakan pada penelitian ini. Hasil pengujian akurasi sensor ditampilkan secara rinci pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Pengujian Sensor Load Cell

Berat Dumbell	Berat Pengukuran	Error %
7	6.94	0.86
4	4.05	1.23
2	2.04	1.96
5	4.93	1.40
3	2.88	4.00
7.5	7.35	2.00
6	5.8	3.33
3.8	3.5	7.89
6.4	6.2	3.13
4	4.02	0.50
7.2	7.4	2.70
8	7.7	3.75
0.15	0.16	6.6
0.42	0.41	2.3
0.9	1.0	11.1
Rata-Rata Error		3.52%

Tabel 1 menyajikan perbandingan antara berat referensi yang diketahui (menggunakan barbel) dengan hasil pengukuran sensor load cell, disertai perhitungan persentase error untuk masing-masing data. Sementara itu, Tabel 2 menampilkan hasil pengujian sensor encoder yang dilakukan dengan membandingkan keluaran sensor terhadap panjang aktual yang diukur menggunakan tali ukur.

Tabel 2 Pengujian Sensor Encoder

Uji Sensor Encoder	Tali Ukur	Error%
45	45	0.00
68.34	68	0.50
61.22	61	0.36
55.21	55	0.38
80.3	80	0.37
72.17	72.1	0.10
54.02	54	0.04
69.01	69	0.01
70	70	0.00
53.09	53	0.17
72	72	0.00
48.25	48.1	0.31
50	49.5	1.01
58	58.3	0.51
69	68.7	0.44
Rata-Rata Error		0.29%

B. Hasil Pengolahan Data Sensor dengan Metode Z-Score Untuk menentukan Klasifikasi

Berikut adalah contoh perhitungan Z-Score.

- Data Bayi Ke 1 Perempuan
(TB = 60 cm, BB = 8 kg)

$$\begin{aligned} \text{IMT Aktual} &= \frac{\text{BB}}{\text{TB}^2(\text{CM})} \\ &= \frac{8}{(0.60)^2} = \frac{8}{0.36} = 22.22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Z - Score} &= \frac{\text{IMT Aktual} - \text{IMT Median}}{(\pm 1\text{SD}) - \text{IMT Median}} \\ &= \frac{22,22 - 16.9}{18.5 - 16.9} = \frac{5.3}{1.6} = +3.3 \end{aligned}$$

Tabel 3 menyajikan hasil klasifikasi status gizi berdasarkan perhitungan Z-Score dari data antropometri yang mencakup tinggi badan, berat badan, dan Indeks Massa Tubuh (IMT) dari 6 subjek penelitian.

Tabel 3 Klasifikasi Status Gizi

NO	JK	UMUR (BLN)	BB	TB	Z-Score BB/TB	STATUS GIZI
1	P	7	8 Kg	60 Cm	+3.3	Obesitas
2	L	9	8.5 Kg	62.5 Cm	+3.2	Obesitas
3	P	6	6.3 Kg	68 Cm	-2	Gizi Kurang
4	L	12	8.8 Kg	75.4 Cm	-1	Normal
5	L	8	6.4 Kg	72 Cm	-3.5	Gizi Buruk
6	P	7	7.2 Kg	70 Cm	-1.4	Normal

The screenshot shows a digital interface with a teal header 'Data Penimbangan'. It displays patient information: Nama: Angela, Umur: 6 bulan 4 minggu, Jenis Kelamin: Perempuan, and Tanggal Pemeriksaan: 2025-05-15. The nutritional status is 'Status Gizi: Obesitas' with a recommendation 'MPASI Rendah Kalori dan Tinggi Serat'. Below this, 'MPASI Rekomendasi' lists: Kalori: 190 kkal, Karbohidrat: 23 g, Protein: 9 g, and Lemak: 5 g. At the bottom, two boxes show 'Berat Badan: 8.0097 kg' and 'Tinggi Badan: 60.08889 cm'. A 'Kembali' button is in the bottom right corner.

Gambar 7 Hasil Data Klasifikasi

Gambar 7 adalah visualisasi hasil data klasifikasi. Hasil tersebut dapat diinterpretasikan dengan mengamati tata letak antarmuka yang menampilkan kolom input di sisi kiri berisi data subjek (jenis kelamin, tinggi badan, dan berat badan). Antarmuka ini menyajikan nilai numerik beserta klasifikasi kategorikalnya untuk memudahkan interpretasi hasil penilaian.

SIMPULAN

Pengujian sistem timbangan cerdas untuk bayi usia 6–12 bulan dilakukan pada sensor load cell dan rotary encoder. Sensor load cell menunjukkan rata-rata error 3,52% (0,50%–11,1%), sedangkan rotary encoder memiliki error lebih kecil, rata-rata 0,29% (0,00%–1,01%). Status gizi ditentukan berdasarkan Z-score BB/TB sesuai standar WHO 2006. Dari 6 data pengujian, 2 bayi (33,3%) terklasifikasi obesitas ($Z > +3$ SD), 1 bayi (16,7%) gizi buruk ($Z < -3$ SD), 1 bayi (16,7%) gizi kurang ($Z = -2$ SD), dan 2 bayi (33,3%) gizi normal (Z antara -2 SD hingga +1 SD).

Klasifikasi ditampilkan secara digital melalui LCD dan website Firebase yang terhubung dengan ESP32. Sistem juga memberikan rekomendasi MPASI berdasarkan usia,

jenis kelamin, dan status gizi bayi, mengacu pada data Kemkes RI. Rekomendasi berupa kebutuhan kalori harian yang dijabarkan ke dalam gram karbohidrat, protein, dan lemak. Misalnya, untuk bayi obesitas, MPASI yang disarankan adalah rendah kalori tinggi serat: 23 gr karbohidrat, 5 gr lemak, dan 9 gr protein

DAFTAR PUSTAKA

- Abhiram, G. (2022). Thermal drift compensation of load cell reading using linear regression in weighing lysimeters. *AGRIEAST: Journal of Agricultural Sciences*. <https://doi.org/10.4038/agri east.v16i2.116>
- Emmaria, R., Sinaga, K., Manurung, B., Tobing, R. A. L., Lubis, R. D., & Sihombing, P. A. (2024). Edukasi penanganan dan pencegahan gizi kurang pada balita di wilayah kerja Puskesmas Rantang Kota Medan tahun 2024. *Jurnal Pengabdian Kolaborasi Dan Inovasi IPTEKS*, 2(4), 1309–1314.
- Fajrian, A. H. (2024). *Rancang bangun antropometri otomatis sebagai alat ukur kondisi gizi bayi berbasis fuzzy logic*. UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Fayasari, A. (2023). *Buku-Kehamilan, ASI Eksklusif, dan Makanan Pendamping ASI*. Zahir Publishing.
- Hamsa, I. B. A., Hermawan, A., Muhajir, A. M., & others. (2021). *Strategi menurunkan prevalensi gizi kurang pada balita*. Deepublish.
- Husnah, H., Sakdiah, S., Anam, A. K., Husna, A., & Mardhatillah, G. (2022). Peran makanan lokal dalam penurunan stunting. *Jurnal Kedokteran Nanggroe Medika*, 5(3), 47–53.
- Lestarini, N. L. A. L. (2023). *Instrumentasi Timbangan Bayi Portable Berbasis Fuzzy Decision Support System untuk Deteksi Dini Stunting pada Bayi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- NAIBAHO, D. (2020). *ASUHAN KEBIDANAN PADA ANAK DENGAN GIZI KURANG DI DESA SIDOMUKTI WILAYAH SEKAMPUNG LAMPUNG TIMUR*. Poltekkes Tanjungkarang.
- Ramlah, U. (2021). Gangguan kesehatan pada anak usia dini akibat kekurangan gizi dan upaya pencegahannya. *Ana'Bulava: Jurnal Pendidikan Anak*, 2(2), 12–25.