

# Deteksi Status Gizi Balita Menggunakan *Forward Chaining* Berbasis Mikrokontroler yang Terintegrasi Telegram

Dini Suhartini<sup>1\*</sup>, Yunita Rahma<sup>2</sup>, Lita Karlitasari<sup>3</sup>, Sansan Ramadhani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Manajemen Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Pakuan, Indonesia.

<sup>2</sup>Teknik Komputer, Sekolah Vokasi, Universitas Pakuan, Indonesia.

<sup>3</sup>Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan, Indonesia.

\*E-mail koresponden: [dini.suhartini@unpak.ac.id](mailto:dini.suhartini@unpak.ac.id)

*Diserahkan* 23 Januari 2024; *Direview* 18 Oktober 2024; *Dipublikasikan* 21 Oktober 2024

## Abstrak

Hasil Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) tahun 2022 terdapat 21,6% balita terkena stunting dengan 17,1% gizi kurang, dan 3,5% gizi lebih. Kader posyandu dalam mendeteksi status gizi balita dilakukan dengan mengukur berat badan dan panjang badan, kemudian data tersebut dimasukkan dalam Buku Kesehatan Ibu dan Anak kemudian dihitung hasilnya disesuaikan dengan tabel Z-Score. Hal tersebut tidak otomatis sehingga tidak cepat terdeteksi. Tujuan penelitian yaitu mengoptimalkan kinerja mikrokontroler dengan menerapkan metode *Forward Chaining* yang hasilnya akan ditampilkan pada aplikasi telegram. Tahapan metode penelitian terdiri dari perancangan hardware, perancangan software, ujicoba keseluruhan, pengambilan data, dan analisis data. Metode *Forward Chaining* untuk pengolahan data digunakan pada tahapan software design. Penelitian ini dapat membantu kader posyandu dalam mengukur panjang badan dan berat badan menggunakan sensor Ultrasonik untuk mengukur panjang badan dan pengukuran berat badan menggunakan Load cell, data tersebut akan masuk ke mikrokontroler Arduino dan diolah menggunakan *Forward Chaining*, hasil dari status gizi balita secara cepat dan akurat tampil di aplikasi Telegram. Hasil ujicoba dengan pengukuran dinyatakan status gizi BB/U 80% anak normal, TB/U 90% normal, BB/TB 80% gizi baik. Alat yang digunakan memiliki tingkat akurasi lebih besar dari 97%. Mikrokontroler sudah berfungsi dan terintegrasi dengan baik ke Telegram dengan status gizi yang sesuai dengan Z-Score. Hasil penelitian ini memberikan solusi inovatif dalam mendeteksi status gizi balita menggunakan teknologi mikrokontroler yang terintegrasi dengan platform Telegram. Sistem ini memungkinkan deteksi gizi secara cepat dan akurat, serta mempermudah akses informasi bagi orang tua atau tenaga kesehatan melalui aplikasi yang familiar.

**Kata kunci:** Balita, *Forward Chaining*, Mikrokontroler, Status Gizi, Telegram.

## Abstract

The results of the 2022 Indonesian Nutrition Status Survey (SSGI) showed that 21.6% of children under five years of age were stunted, 17.1% were undernourished, and 3.5% were overnourished. Posyandu cadres in detecting the nutritional status of toddlers were carried out by measuring weight and height; then, the data were entered into the Maternal and Child Health Book, and the results were calculated according to the Z-score table. This is not automatic; therefore, it is not detected quickly. The purpose of this research is to optimize the performance of the microcontroller by applying the *Forward Chaining* method, the results of

*which are displayed in the telegram application. The stages of the research method consisted of hardware design, software design, overall testing, data collection, and data analysis. The Forward Chaining method is used to efficiently diagnose the nutritional status of toddlers. This research can help posyandu cadres in measuring height and weight using Ultrasonic sensors to measure height and weight measurement using Load cells, the data will enter the Arduino microcontroller and processed using Forward Chaining, the results of the nutritional status of toddlers quickly and accurately appear in the Telegram application. The results of the trial with measurements indicated that the nutritional status of BB/U was 80% normal, TB/U was 90% normal, and BB/TB was 80% well nourished. The tools used had an accuracy level of greater than 97%. The microcontroller is already functional and well integrated into the Telegram with a nutritional status that corresponds to the Z-score. The results of this study provide an innovative solution for detecting the nutritional status of toddlers using microcontroller technology integrated with the telegram platform. This system allows for fast and accurate nutrition detection and makes it easier for parents or health workers to access information through familiar applications.*

**Keywords:** *Forward Chaining, Microcontroller, Nutritional Status, Telegram, Toddler.*

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan besar yang menghadapi banyak permasalahan terutama di bidang gizi. Indonesia mempunyai beban ganda pada status gizi anak, khususnya adanya gizi buruk berupa stunting, berbadan kurus dan gizi lebih [1]. Berdasarkan hasil Survei tahun 2022 Status Gizi Indonesia (SSGI) terdapat angka prevalensi mencapai 21% balita yang terkena stunting, balita dengan gizi kurang sebesar 17,1%, dan 3,5% balita terkena gizi berlebih [2]. Kebanyakan orang tua melihat pertumbuhan dan perkembangan anak hanya dari berat badannya saja, dan cukup banyak orang tua mengabaikan ukuran tinggi badan dan asupan gizi [3]. Kebutuhan yang paling utama pada anak usia dini yang harus terpenuhi adalah kesehatan dan gizi, dengan harapan anak dapat tumbuh dengan optimal sesuai dengan kelompok usianya [4]. Gizi yang cukup dan seimbang sangat diperlukan untuk mengoptimalkan tumbuh kembang anak dan merupakan faktor dalam keberhasilan anak dalam menjalani periode emasnya [5]. Anak dengan usia 12 bulan sampai dengan 59 bulan masuk dalam kategori anak balita, dimana anak balita harus dilakukan pemantauan tumbuh dan kembangnya melalui penimbangan berat badan anak yang dilakukan satu bulan sekali dan pengukuran tinggi badan serta lingkaran kepala anak yang dilakukan setiap tiga bulan sekali [6]. Pengukuran berat dan tinggi badan balita dilakukan oleh posyandu sekaligus untuk memantau perkembangan dan pertumbuhan balita. Pengukuran berat dan tinggi badan balita era sekarang masih banyak menggunakan alat secara konvensional [7]. Di posyandu, pengukuran berat badan dan tinggi badan balita dilakukan secara manual, dan hasilnya dicatat dalam Buku Kesehatan Ibu dan Anak. Proses ini belum memungkinkan deteksi status gizi secara otomatis dan cepat, karena metode pengukuran serta perhitungan masih bergantung pada penggunaan alat ukur konvensional dan perhitungan manual.

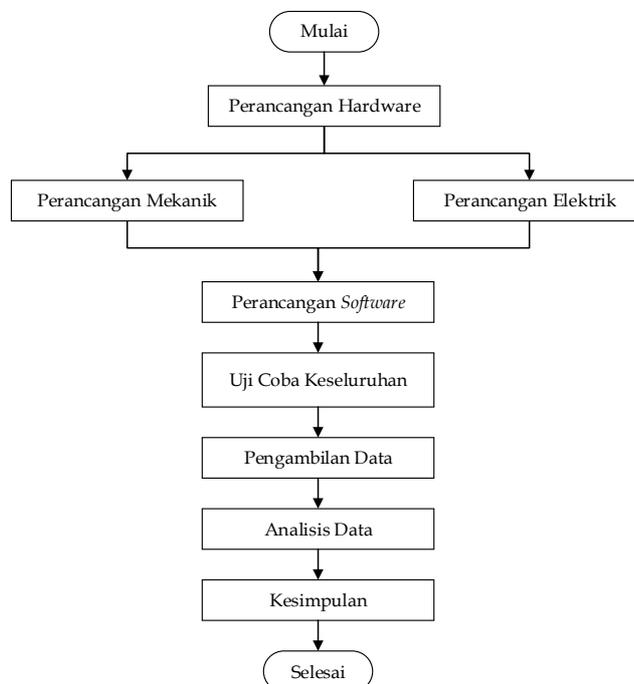
Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya ialah membuat alat ukur otomatis yang digunakan oleh manusia dalam membantu kegiatannya sehari-hari, alat tersebut digunakan untuk mengukur besaran. Hasil besaran dari alat pengukur berat dan tinggi badan yang menggunakan mikrokontroler dan sensor digunakan untuk mendapatkan status gizi balita menggunakan metode fuzzy logic dalam pengolahan datanya dan dimunculkan pada LCD [8]. Penelitian lainnya ialah menghasilkan alat ukur berat badan dan tinggi badan anak yang dengan mikrokontroler dan sensor [9, 18, 20] juga dapat diintegrasikan dengan aplikasi Telegram untuk memunculkan hasil pengukuran dan status gizi balita selain ditampilkan pada TFT LCD.

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pakar berbasis metode *forward chaining* yang memungkinkan inferensi otomatis berdasarkan tinggi badan, berat badan serta nilai *z-score* untuk mendiagnosis stunting dengan tingkat akurasi yang tinggi [12,13].

Penelitian ini bertujuan mengembangkan penelitian sebelumnya [8] yaitu merancang dan membangun alat yang mampu mendeteksi status gizi balita secara cepat dengan memanfaatkan mikrokontroler dan sensor berbasis *forward chaining* dan terintegrasi aplikasi Telegram. Sensor ultrasonik dipasang pada alat pengukur panjang badan, sementara *load cell* dipasang pada timbangan untuk mengukur berat badan, sehingga keduanya dapat mendeteksi parameter dengan akurasi baik. Data yang diperoleh dari pengukuran tersebut diolah menggunakan mikrokontroler *Arduino Uno* dengan penerapan algoritma logika *forward chaining* untuk mengoptimalkan hasil diagnosa. Hasil dari proses ini kemudian dikirim melalui aplikasi Telegram, memudahkan kader dalam mendeteksi status gizi balita secara *real-time*. Parameter antropometri yang digunakan meliputi berat badan menurut umur (BB/U), panjang badan menurut umur (TB/U), dan berat badan menurut panjang badan (BB/TB), yang diolah dengan metode *forward chaining* untuk menghasilkan diagnosa status gizi anak secara otomatis [10]. Kontribusi utama dari penelitian ini terletak pada pengembangan metode berbasis *forward chaining* yang diintegrasikan dengan mikrokontroler, yang tidak hanya meningkatkan efisiensi deteksi status gizi, tetapi juga menyediakan sistem keterhubungan yang praktis dan *real-time* melalui Telegram.

## METODE PENELITIAN

Tahapan dalam mendeteksi status gizi balita menggunakan *mikrokontroler* dan sensor pada alat pengukur dan ditampilkan di layer TFT LCD yang kemudian diintegrasikan ke aplikasi Telegram dapat dilihat pada Gambar 1.

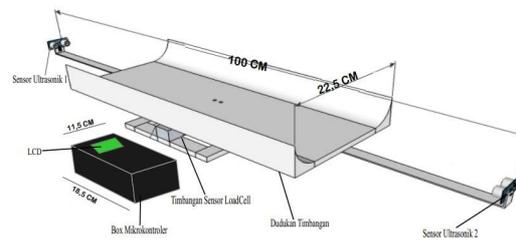


Gambar 1 Tahapan Penelitian

### Perancangan *Hardware*

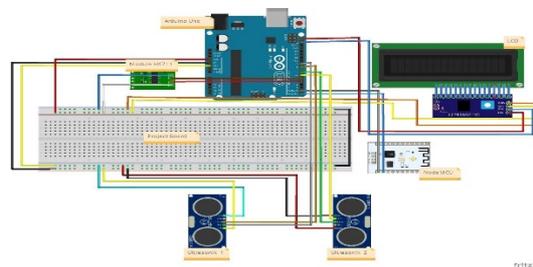
Perancangan *hardware* atau alat yang akan dilakukan terdiri dari perancangan mekanik dan perancangan elektrik. Perancangan mekanik merupakan alat pengukur berat badan dan panjang

badan, adapun bahan yang digunakan yaitu dudukan timbangan dan meteran yang terpasang pada dudukan timbangan dengan ukuran alat dengan panjang dan lebar masing-masing ialah 100 cm dan 22.5 cm. Rancangan mekanik dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Rancangan Mekanik Alat Pengukur Berat Badan dan Panjang badan

Perancangan elektrik merupakan rangkaian apa saja yang terhubung pada komponen prototipe alat yang akan dibuat. Rangkaian elektrik dapat dilihat pada Gambar 3.



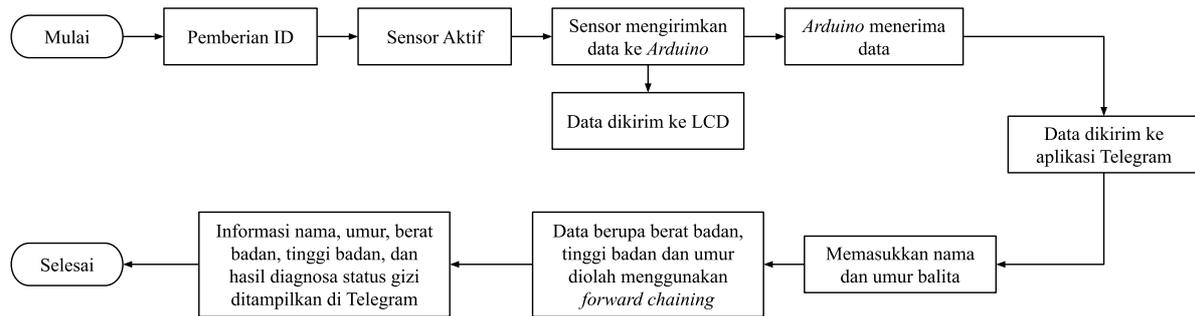
**Gambar 3** Rangkaian Elektrik Alat Pengukur Berat Badan dan Panjang badan

Kelistrikan yang digunakan pada rangkaian ini sebesar 5V untuk masing- masing komponen yang disalurkan melalui mikrokontroler Arduino Uno untuk pemakaian komponen dua sensor ultrasonik yaitu LCD dan *Load Cell*. Modul HX711 *Load Cell* untuk timbangan berat badan, kaki-kakinya dihubungkan pada Arduino Uno, kaki GND dihubungkan ke pin GND, kaki VCC ke VCC, kaki DT ke pin 4 dan kaki SCK dihubungkan ke pin 5. Sensor ultrasonik HC-SR04 yang pertama untuk mengukur tinggi sebelah kanan, kaki-kakinya dihubungkan pada *Arduino Uno*, kaki GND dihubungkan ke pin GND, kaki VCC ke VCC, kaki Trigger ke pin *Arduino Uno* 6 dan kaki ECHO dihubungkan ke pin 7. Sensor ultrasonik HC-SR04 yang kedua untuk mengukur tinggi sebelah kiri, kaki-kakinya dihubungkan pada *Arduino Uno*, kaki GND dihubungkan ke pin GND, kaki VCC ke VCC, kaki *Trigger* ke pin *Arduino Uno* 8 dan kaki ECHO dihubungkan ke pin 9. Pada LCD untuk *output* hasil timbangan berat badan dan ukuran panjang badan, kaki-kakinya dihubungkan pada Arduino Uno, kaki GND dihubungkan ke pin GND, kaki VCC ke VCC, pin SCL pada LCD ke pin SCL Arduino dan pin SDA pada LCD dihubungkan ke pin SDA *Arduino Uno*. Pin RX dan TX pada NodeMCU tersambung dengan pin RX dan TX pada *Arduino Uno* untuk bertukar data melalui serial pin RX dan TX.

### Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan *software* merupakan sistem kontrol alat dan *software* untuk melihat informasi atau data pada LCD dan Telegram. Rancangan *software* dapat dilihat pada Gambar 4. Setelah semua alat terpasang dan berfungsi dengan baik, balita yang akan diukur diberi Id (Identitas) sebagai nomor untuk penyimpanan data hasil pengukuran. Kedua sensor pada alat pengukur berat badan dan panjang badan aktif dan akan membaca objeknya yaitu balita yang masing-masing datanya dikirim ke *Arduino Uno* untuk dilanjutkan dikirim ke LCD dan Telegram sebagai tampilan dari pembacaan sensor melalui NodeMCU sebagai penghubungnya antara *Arduino Uno* dengan Telegram, setelah dikirim data dari pembacaan sensor tersebut lalu Telegram sebagai pusat pengontrol akan memproses mulai dari memasukkan Nama dan Usia kemudian diolah

menggunakan metode *Forward Chaining* akan mendapatkan tampilan hasil akhir berupa keterangan status gizi balita.



Gambar 4 Alur perancangan software alat pengukur berat badan dan panjang badan

### Rule Forward Chaining

Metode *Forward Chaining* merupakan teknik pencocokan fakta yang dimulai dari sisi kiri, yaitu dari klausa IF terlebih dahulu [14]. Metode ini bekerja berdasarkan ketersediaan data, kemudian menerapkan inferensi *rule-based* untuk mencapai tujuan, target, atau kesimpulan yang diinginkan. Mesin inferensi yang menggunakan *forward chaining* akan mencari aturan inferensi hingga menemukan *antecedent* yang sesuai atau benar, yaitu dalil hipotesis atau klausa IF-THEN [15,16]. Dalam penelitian ini, variabel inferensi yang digunakan berdasarkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020, yang meliputi usia (U), jenis kelamin (JK), berat badan (BB), dan panjang badan (TB). Variabel-variabel yang digunakan untuk mendeteksi pertumbuhan balita dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Variabel Deteksi Pertumbuhan Balita

Kode	Keterangan	Kode	Keterangan	Kode	Keterangan
A1	Usia >= 1 bulan	F1	Hitung Z-Score BB/U_Balita_Laki-laki_c	H1	Sangat Kurus
A2	Usia <= 24 bulan	F2	Hitung Z-Score BB/U_Balita_Perempuan_c	H2	Kurus
A3	Usia >= 24 bulan	F3	Hitung Z-Score TB/U_Balita_Laki-laki_a	H3	Normal
A4	Usia <= 60 bulan	F4	Hitung Z-Score TB/U_Balita_Laki-laki_b	H4	Gemuk
B1	Balita_a	F5	Hitung Z-Score TB/U_Balita_Perempuan_a	I1	Sangat Pendek
B2	Balita_b	F6	Hitung Z-Score TB/U_Balita_Perempuan_b	I2	Pendek
B3	Balita_1	F7	Hitung Z-Score BB/TB_Balita_Laki-laki_a	I3	Normal
B4	Balita_2	F8	Hitung Z-Score BB/TB_Balita_Laki-laki_b	I4	Tinggi
B5	Balita_3	F9	Hitung Z-Score BB/TB_Balita_Perempuan_a	J1	Gizi Buruk
C1	Laki-laki	F10	Hitung Z-Score BB/TB_Balita_Perempuan_b	J2	Gizi Kurang
C2	Perempuan	F11	Tidak Valid	J3	Gizi Baik
D1	Balita_Laki-laki_a	F8	Hitung Z-Score BB/TB_Balita_Laki-laki_b	J4	Beresiko Gizi Lebih
D2	Balita_Laki-laki_b	F9	Hitung Z-Score BB/TB_Balita_Perempuan_a	J5	Gizi Lebih
D3	Balita_Laki-laki_c	F10	Hitung Z-Score BB/TB_Balita_Perempuan_b	J6	Obesitas
D4	Balita_Perempuan_a	F11	Tidak Valid		
D5	Balita_Perempuan_b	G1	<=-3SD		
D6	Balita_Perempuan_c	G2	>-3SD and <=-2SD		
D2	Balita_Perempuan	G3	>-2SD and <=1SD		
E1	Berat Badan (BB) == 0	G4	>-2SD and <=3SD		
E2	Berat Badan (BB) != 0	G5	>1SD		
E3	Tinggi Badan (TB) == 0	G6	>1SD and <=2SD		
E4	Tinggi Badan (TB) != 0	G7	>2SD and <=3SD		
		G8	>3SD		

Penghitungan *Z-Score* dilakukan dengan cara mengurangi Nilai Individu Subjek (NIS) dari Nilai Median Baku (NMB) yang sesuai dengan usia target, kemudian membagi selisih tersebut dengan Nilai Simpang Baku (NSB) [17]. Nilai median baku dan nilai simpang baku diambil dari tabel Standar Antropometri, perhitungan *Z-Score* menggunakan Persamaan 1.

$$Z - Score = \frac{NIS - NMB}{NSB} \tag{1}$$

Hasil status gizi balita yang akan ditampilkan disesuaikan dengan ambang batas status gizi balita pada Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Tabel ambang batas status gizi balita

dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2** Ambang batas status gizi balita [10]

Indeks	Kategori Status Gizi	Ambang Batas ( <i>Z-Score</i> )
Usia <= 60 (BB/U)	Sangat Kurus	< -3 SD
	Kurus	-3 SD s/d < -2 SD
	Normal	-2 SD s/d +1 SD
	Gemuk	> +1 SD
Usia <= 60 (TB/U)	Sangat Pendek	< -3 SD
	Pendek	-3 SD s/d < -2 SD
	Normal	-2 SD s/d +3 SD
	Tinggi	> +3 SD
Usia <= 60 (BB/TB)	Gizi Buruk	<-3 SD
	Gizi Kurang	-3 SD s/d < -2 SD
	Gizi Baik	-2 SD s/d +1 SD
	Beresiko Gizi Lebih	> + 1 SD sd + 2 SD
	Gizi Lebih	> +2 SD s/d +3 SD
	Obesitas	> + 3 SD

Status gizi balita ditentukan berdasarkan ketentuan ambang batas yang diterapkan melalui algoritma *forward chaining*. Aturan berbasis *rule* tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3** Rule status gizi balita menggunakan *Forward Chaining*

Kode	Keterangan	Kode	Keterangan
R1	If A1 Then B1	R41	If F6 and G8 then I4
R2	If B1 and A2 then B3	R42	If D1 and E2 and E4 then F7
R3	If A3 then B2	R43	If F7 and G1 then J1
R4	If B2 and A4 Then B4	R44	If F7 and G2 then J2
R5	If B1 and A4 then B5	R45	If F7 and G3 then J3
R6	If B3 and C1 then D1	R46	If F7 and G6 then J4
R7	If B4 and C1 then D2	R47	If F7 and G7 then J5
R8	If B5 and C1 then D3	R48	If F7 and G8 then J6
R9	If B3 and C2 then D4	R49	If D2 and E2 and E4 then F8
R10	If B4 and C2 then D5	R50	If F8 and G1 then J1
R11	If B5 and C2 then D6	R51	If F8 and G2 then J2
R12	If D3 and E2 then F1	R52	If F8 and G3 then J3
R13	If F1 and G1 then H1	R53	If F8 and G6 then J4
R14	If F1 and G2 then H2	R54	If F8 and G7 then J5
R15	If F1 and G3 then H3	R55	If F8 and G8 then J6
R16	If F1 and G5 then H4	R56	If D4 and E2 and E4 then F9
R17	If D6 and E2 then F2	R57	If F9 and G1 then J1
R18	If F2 and G1 then H1	R58	If F9 and G2 then J2
R19	If F2 and G2 then H2	R59	If F9 and G3 then J3
R20	If F2 and G3 then H3	R60	If F9 and G6 then J4
R21	If F2 and G5 then H4	R61	If F9 and G7 then J5
R22	If D1 and E4 then F3	R62	If F9 and G8 then J6
R23	If F3 and G1 then I1	R63	If D5 and E2 and E4 then F10
R24	If F3 and G2 then I2	R64	If F10 and G1 then J1
R25	If F3 and G4 then I3	R65	If F10 and G2 then J2
R26	If F3 and G8 then I4	R66	If F10 and G3 then J3
R27	If D2 and E4 then F4	R67	If F10 and G6 then J4
R28	If F4 and G1 then I1	R68	If F10 and G7 then J5
R29	If F4 and G2 then I2	R69	If F10 and G8 then J6
R30	If F4 and G4 then I3	R70	If E1 and or E3 then F11
R31	If F4 and G8 then I4	R71	If D3 and E1 then F11
R32	If D4 and E4 then F5	R72	If D6 and E1 then F11
R33	If F5 and G1 then I1	R73	If D1 and E3 then F11
R34	If F5 and G2 then I2	R74	If D2 and E3 then F11
R35	If F5 and G4 then I3	R75	If D4 and E3 then F11
R36	If F5 and G8 then I4	R76	If D5 and E3 then F11
R37	If D5 and E4 then F6	R77	If D1 and E1 and E3 then F11
R38	If F6 and G1 then I1	R78	If D2 and E1 and E3 then F11
R39	If F6 and G2 then I2	R79	If D4 and E1 and E3 then F11
R40	If F6 and G4 then I3	R80	If D5 and E1 and E3 then F11

## Ujicoba Keseluruhan dan Pengambilan Data

Pada tahap ini dilakukan percobaan fungsi dari keseluruhan sistem apakah sistem tersebut sudah berfungsi sesuai dengan perancangan yang sudah dibuat atau belum. Alur ujicoba *hardware* dan *software* dapat dilihat pada Gambar 5.

Ujicoba Integrasi atau perakitan, menginput suatu data atau informasi panjang badan dan berat badan menggunakan *Arduino Uno* terhadap Sensor Ultrasonik dan *Load Cell* yang di kirimkan ke LCD dan aplikasi Telegram secara otomatis. Ujicoba Fungsional dilakukan pada alat pengukur berat badan dan panjang badan dengan tujuan untuk mengetahui apakah sistem kerja pada alat telah berfungsi dengan baik sesuai dengan apa yang sudah di rancang dan mengeliminasi *error (Bug)* pada pengkodean alat tersebut. Ujicoba validasi dilakukan untuk memastikan apakah data yang diambil dan diolah menghasilkan output yang benar atau tidak sesuai dengan ketentuan perhitungan.

## Pengambilan Data

Data diperoleh dari 10 balita, terdiri atas 6 balita laki-laki dan 4 balita perempuan. Pengumpulan data dilakukan melalui dua prosedur: pertama, metode konvensional menggunakan alat pengukur berat badan dan panjang badan tanpa mikrokontroler, dimana hasilnya dicatat secara manual ke dalam Buku Kesehatan Ibu dan Anak; kedua, metode otomatis yang memanfaatkan alat pengukur berat badan dan panjang badan yang dilengkapi mikrokontroler, dimana data yang dihasilkan diolah dan ditampilkan secara otomatis melalui aplikasi Telegram.

## Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengevaluasi tingkat akurasi pengukuran dengan membandingkan hasil dari metode pengukuran konvensional dan sensor (Persamaan 2). Proses analisis mencakup perhitungan persentase kesalahan alat, yang kemudian digunakan untuk menentukan persentase akurasi alat menggunakan Persamaan 3.

$$\text{Nilai \% Kesalahan Alat} = \left| \frac{X_n - X_m}{X_n} \right| \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

$X_n$  = nilai sebenarnya menggunakan pengukur biasa

$X_m$  = nilai hasil pengukuran menggunakan sensor

$$\text{Nilai \% Akurasi} = 100\% - \text{Nilai Kesalahan Alat} \quad (3)$$

Perbedaan dari hasil nilai pengukuran biasa menggunakan sensor dapat dijadikan acuan dalam ketepatan hasil pengukuran. Semakin kecil nilai persentase kesalahan alat maka semakin besar nilai persentase akurasi hasil pengukuran alat.

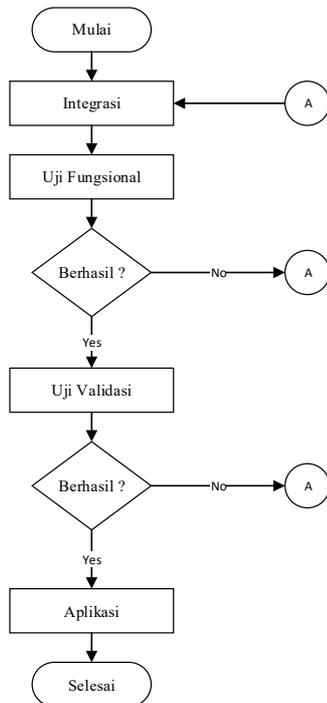
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini berupa prototipe alat ukur berat badan dan panjang badan balita yang terintegrasi dengan mikrokontroler, serta analisis data dari hasil pengukuran responden yang diperoleh melalui alat ukur konvensional dan alat yang dilengkapi dengan sensor otomatis.

### Prototipe Alat

Alat untuk mengukur berat badan menggunakan timbangan duduk yang dilengkapi dengan sensor *Load Cell*, sedangkan pengukuran panjang badan dilakukan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. PCB (*Printed Circuit Board*) digunakan untuk merangkai mikrokontroler

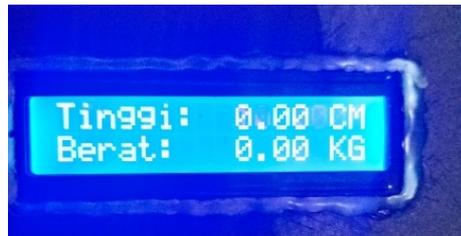
yang terdiri dari komponen NodeMCU esp8266 dan *Arduino Uno*. Data hasil pengukuran dikirim ke *Arduino Uno*, kemudian ditampilkan pada LCD I2C 2x16 dan aplikasi Telegram melalui NodeMCU esp8266. Alat tersebut ditunjukkan pada Gambar 6. Hasil pengukuran berat badan ditampilkan dalam satuan kilogram (Kg), sedangkan panjang badan ditampilkan dalam satuan sentimeter (cm), dengan ketinggian maksimal yang dapat diukur adalah 100 cm. Gambar 7 menunjukkan alat pengukur tersebut.



**Gambar 5** Alur ujicoba keseluruhan



**Gambar 6** Alat pengukur berat badan dan panjang badan



**Gambar 7** Tampilan LCD

### ***Pengujian Alat***

Objek yang digunakan untuk menguji fungsionalitas alat pada penelitian ini adalah balita berusia 4 bulan yang diletakkan di atas prototipe seperti terlihat pada Gambar 8. Hasil pengukuran panjang dan berat badan anak ditampilkan pada LCD seperti terlihat pada Gambar 9.

### **Prototipe Perangkat Lunak**

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk mendeteksi status gizi anak melibatkan dua aplikasi, yaitu Arduino IDE yang berfungsi sebagai *software* untuk menulis program pada board *Arduino Uno* dan NodeMCU sehingga memungkinkan komunikasi untuk pengiriman data. Manajemen library diintegrasikan ke dalam Arduino IDE untuk mendukung berbagai komponen yang digunakan, seperti sensor berat badan, sensor panjang badan, LCD, serta aplikasi Telegram.

Masukkan kode *autentifikasi*, kode *handphone*, dan kata sandi *hotspot wifi* kedalam pemrograman, agar terhubung dengan *smartphone* saat program dijalankan. Logika pemrograman yang digunakan untuk menghitung status gizi balita pada pada aplikasi Telegram yaitu *Forward Chaining*, dimana hasilnya akan tampil di aplikasi Telegram. *Forward Chaining* digunakan dalam penelitian untuk melakukan penelusuran maju dengan fakta yang diketahui

kemudian disesuaikan dengan fakta menurut pakar menggunakan ketentuan *IF-Then* sehingga mendapatkan sebuah kesimpulan sesuai dengan permasalahan dan keilmuan pakar [11].

Pengembangan perangkat lunak dilakukan melalui pembuatan *source code* yang mencakup program untuk membaca sensor pada aplikasi Telegram. Telegram adalah aplikasi pesan yang memiliki berbagai fungsi, salah satunya adalah penggunaan bot. Bot Telegram memungkinkan pengiriman perintah ke berbagai papan mikrokontroler, termasuk NodeMCU. Integrasi antara Telegram dan NodeMCU dapat dilakukan dengan memanfaatkan API bot Telegram yang tersedia di aplikasi tersebut.



Gambar 8 Pengujian Alat



Gambar 9 Tampilan pada LCD hasil pengukuran objek



Gambar 10 Tampilan hasil pembacaan aplikasi telegram

Memunculkan status gizi balita pada aplikasi Telegram menggunakan *bot* Telegram dimana token yang didapat setelah membuat akun dimasukkan pada program *Arduino IDE*. Gambar 10 menunjukkan tampilan hasil perhitungan aplikasi telegram pada *smartphone* untuk menentukan status gizi balita.

### Pengujian Keseluruhan dan Pengambilan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pengujian komprehensif. Penelitian ini melibatkan 10 balita, dengan rentang usia 14 bulan hingga 56 bulan. Pengukuran berat dan panjang balita direkam oleh sensor, yang memproses data menggunakan WIFI ESP01 yang diprogram dengan perangkat lunak *Arduino Uno*. Hasilnya kemudian dikirim dan ditampilkan pada layar LCD dan Aplikasi Telegram. Sebagai referensi, tabel yang menunjukkan hasil pengukuran berat dan panjang menggunakan meteran konvensional dan sensor disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Penilaian akurasi pengukuran berat dan panjang yang dilakukan dengan cara konvensional dan sensor didapatkan tingkat kesalahan persentase rata-rata kurang dari 3% dan tingkat akurasi rata-rata melebihi 97%, yang menunjukkan bahwa alat tersebut sangat akurat dan tidak mungkin menghasilkan kesalahan.

Setelah akurasi alat ukur berat dan panjang badan tervalidasi, alat tersebut siap digunakan. Data berat dan panjang badan yang tervalidasi selanjutnya diolah menggunakan algoritma *Forward Chaining*, dengan hasil status gizi balita ditampilkan melalui aplikasi Telegram. Tabel 6 menampilkan hasil pengolahan data balita.

**Tabel 4** Hasil pengukuran berat badan menggunakan timbangan dan *load cell*

No	ID	Usia (Bulan)	BB (Kg)		Kesalahan Alat %	Akurasi %
			Timbangan	Sensor <i>Load Cell</i>		
1	AL1	22	12	12.3	2.5%	97.5%
2	AL2	6	5.9	5.9	0.0%	100.0%
3	AL3	14	7.6	7.4	2.6%	97.4%
4	AL4	38	13.6	13.6	0.0%	100.0%
5	AL5	7	7.1	7.3	2.8%	97.2%
6	AL6	25	14	13.6	2.9%	97.1%
7	AP1	20	12.3	12	2.4%	97.6%
8	AP2	22	12.1	12	0.8%	99.2%
9	AP3	14	8.9	8.8	1.1%	98.9%
10	AP4	4	5	5.1	2.0%	98.0%

**Tabel 5** Hasil pengukuran panjang badan menggunakan pengukur tinggi dan sensor ultrasonik HC-SR04

No	ID	Usia (Bulan)	TB (cm)		Kesalahan Alat %	Akurasi %
			Alat Ukur Tinggi	Sensor Ultrasonik HC-SR04		
1	AL1	22	86.5	87	0.6%	99.4%
2	AL2	6	62.5	63	0.8%	99.2%
3	AL3	14	72.5	72	0.7%	99.3%
4	AL4	38	91	90	1.1%	98.9%
5	AL5	7	71	71	0.0%	100.0%
6	AL6	25	90	90	0.0%	100.0%
7	AP1	20	83	84.5	1.8%	98.2%
8	AP2	22	87	86.5	0.6%	99.4%
9	AP3	14	71	72.5	2.1%	97.9%
10	AP4	4	61	62	1.6%	98.4%

**Tabel 6** Pengolahan data status gizi balita menggunakan algoritma *forward chaining*

No	ID	Usia (Bulan)	Jenis Kelamin	BB (Kg)	TB (cm)	Status Gizi Balita		
						BB/U	TB/U	BB/TB
1	AL1	22	Laki-laki	12.3	87	Normal	Normal	Gizi Baik
2	AL2	6	Laki-laki	5.9	63	Kurus	Pendek	Gizi Baik
3	AL3	14	Laki-laki	7.4	72	Kurus	Pendek	Gizi Kurang
4	AL4	38	Laki-laki	13.6	90	Normal	Normal	Gizi Baik
5	AL5	4	Laki-laki	4.2	60	Normal	Normal	Gizi Kurang
6	AL6	25	Laki-laki	13.6	90	Normal	Normal	Gizi Baik
7	AP1	20	Perempuan	12	84.5	Normal	Normal	Gizi Baik
8	AP2	22	Perempuan	12	86.5	Normal	Normal	Gizi Baik
9	AP3	14	Perempuan	8.8	72.5	Normal	Normal	Gizi Baik
10	AP4	54	Perempuan	18.4	109	Normal	Normal	Gizi Kurang

Analisis data status gizi 10 balita yang dievaluasi menggunakan indikator BB/U menunjukkan bahwa 80% balita masuk dalam kategori normal, sedangkan 20% tergolong kurus. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas balita memiliki berat badan yang sesuai dengan usianya. Begitu pula jika dinilai dengan indikator TB/U, 80% balita masuk dalam kategori normal, dan 20% tergolong pendek, yang menunjukkan bahwa sebagian besar balita memiliki panjang badan yang sesuai dengan usianya. Selain itu, indikator BB/TB menunjukkan bahwa 70% balita memiliki status gizi baik, sedangkan 30% tergolong kurang gizi, yang semakin menegaskan bahwa sebagian besar balita memiliki kesehatan gizi yang memuaskan.

Balita dengan ID AL2, usia 6 bulan, memiliki status gizi BB/U kurus, TB/U pendek, dan BB/TB gizi baik. Kondisi ini disebabkan oleh berat badan balita yang hanya 5.9 kg, sedangkan berat badan ideal untuk usianya adalah 7.9 kg. Panjang badan balita tersebut adalah 63 cm, sedangkan panjang badan ideal untuk usianya adalah 67.6 cm. Meskipun berat badan dan panjang badan balita berada di bawah standar, status gizi menurut BB/TB masih tergolong baik karena berat badan relatif mendekati panjang badan.

Balita dengan ID AL3, usia 14 bulan, memiliki status gizi BB/U kurus, TB/U pendek, dan BB/TB gizi kurang. Balita ini memiliki berat badan 7.4 kg, yang seharusnya untuk usianya minimal 8.1 kg. Panjang badan balita adalah 72 cm, sedangkan idealnya 73.1 cm. Kombinasi berat badan dan panjang badan ini menyebabkan status gizi balita dikategorikan gizi kurang, karena dengan panjang badan 72 cm, berat badan ideal adalah 8.9 kg.

Balita dengan ID AL5, usia 4 bulan, memiliki status gizi BB/U normal, TB/U normal, dan BB/TB gizi kurang. Balita ini memiliki berat badan 4.2 kg, sedangkan berat badan ideal untuk panjang badan 60 cm adalah 5.3 kg, sehingga status gizi BB/TB tergolong kurang.

Balita dengan ID AP4, usia 54 bulan, memiliki status gizi BB/U normal, TB/U normal, dan BB/TB gizi kurang. Balita ini memiliki berat badan 18.4 kg, namun untuk panjang badan 109 cm, berat badan ideal adalah 19.5 kg, sehingga status gizi berdasarkan BB/TB termasuk gizi kurang.

Secara keseluruhan, Tabel 6 menggambarkan evaluasi status gizi berdasarkan tiga indikator (BB/U, TB/U, BB/TB) yang menunjukkan mayoritas balita berada dalam kondisi gizi yang baik, namun beberapa balita memerlukan perhatian lebih terkait pertumbuhan dan perkembangan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan mengoptimalkan mikrokontroler yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram untuk mendeteksi status gizi balita menggunakan algoritma *Forward Chaining*, dapat disimpulkan bahwa sensor dan mikrokontroler yang digunakan telah berfungsi dan terintegrasi dengan baik. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisis tingkat kesalahan alat, dimana sensor *Load Cell* untuk mengukur berat badan dan sensor ultrasonik untuk mengukur panjang badan memiliki tingkat kesalahan kurang dari 3%, dengan tingkat akurasi sebesar 97%. Pengolahan dan pengujian data yang ditampilkan melalui aplikasi Telegram menggunakan algoritma *Forward Chaining* telah sesuai dengan perhitungan acuan *Z-Score*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari 10 balita yang dijadikan sampel, empat di antaranya memerlukan perhatian lebih lanjut, sementara balita lainnya memiliki kondisi normal sesuai dengan usia mereka, baik dari segi berat badan, panjang badan, maupun status gizi. Namun, hasil uji coba juga menunjukkan bahwa tidak semua balita dengan nilai *Z-Score* BB/U dan TB/U yang normal memiliki *Z-Score* BB/TB yang baik. Hal ini membuktikan bahwa alat ukur yang menggunakan sensor terintegrasi dengan Telegram bot dapat membantu kader posyandu dalam mendeteksi status gizi balita dengan cepat dan otomatis. Meskipun demikian, perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut terhadap alat ini, khususnya untuk penyesuaian bagi balita di atas usia 12 bulan, karena pengukuran berat dan panjang badan dalam posisi telentang cenderung sulit dilakukan pada kelompok usia tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

1. E. R. Wijhati, R. Nuzuliana, and M. L. E. Pratiwi, "Analisis status gizi pada balita stunting," *J. Kebidanan*, vol. 10, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.26714/jk.10.1.2021.1-12.
2. SSGI, "Hasil Survei Status Gizi Indonesia," *Kementeri. Kesehat. Republik Indones.*, pp. 77–77, 2023, [Online]. Available: <https://promkes.kemkes.go.id/materi-hasil-survei-status-gizi-indonesia-ssgi-2022>
3. Y. Rahma and D. Suhartini, "Aplikasi Diagnosa Penyakit Stunting Pada Balita," *J. Teknoinfo*, vol. 17, pp. 408–416, 2023, [Online]. Available: <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/article/view/2581%0Ahttps://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/article/download/2581/1206>

4. M. R. Nugroho, R. N. Sasongko, and M. Kristiawan, "Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kejadian Stunting pada Anak Usia Dini di Indonesia," *J. Obs. J. Pendidik. Anak Usia Dini*, vol. 5, no. 2, 2021, doi: 10.31004/obsesi.v5i2.1169.
5. M. Teja, "Stunting Balita Indonesia Dan Penanggulangannya," *Pus. Penelit. Badan Keahlian DPR RI*, vol. XI, no. 22, pp. 13–18, 2019.
6. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2014 Tentang Upaya Kesehatan Anak
7. A. A. Salung, H. Fitriyah, and D. Syauby, "Alas Kaki Penimbang Berat Badan Dengan Berjalan berbasis Sensor Load Cell dan Metode Regresi Linier," vol. 5, no. 9, 2021.
8. A. Y. Atmanegara, I. A. E. Zaeni, D. Lestari, and Y. S. A. Gumilang, "Alat Pengukur Status Gizi Balita Berdasarkan Berat dan Panjang Badan Menggunakan Indeks Antropometri Dengan Metode Logika Fuzzy," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, vol. 4, no. 1, pp. 9–22, 2022, doi: 10.26905/jasiek.v4i1.8352.
9. D. R. Adrian *et al.*, "Pengaplikasian Alat Ukur Tinggi , Berat Badan , dan Penentuan Status Gizi pada Balita Berbasis ESP32 WROOM 32 melalui Telegram," vol. 13, no. 1, pp. 82–88, 2024.
10. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020 Tentang Standar Antropometri Anak
11. V. Adelia, "Sistem Pakar Deteksi Dini Stunting Pada Balita Menggunakan Metode Forward Chaining," *J. Publ. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 20–37, 2023.
12. Andrianof H. Sistem Pakar Stunting Pada Balita Menggunakan Metode Forward Chaining & Naive Bayes. *Jurnal Sains Informatika Terapan*. 2022 Jun 16;1(2):115-9.
13. Riswanto, B., Setiawan, W., & Sahputro, S. C. E.. Sistem Pakar Diagnosa Stunting pada Balita Berbasis Website Menggunakan Metode Forward Chaining dan Metode Waterfall. *Digital Transformation Technology*, 3(2), 468-477. 2023. <https://doi.org/10.47709/digitech.v3i2.2881>.
14. Sugiharni, G. A. D., & Divayana, D. G. H.. Pemanfaatan Metode *Forward Chaining* dalam Pengembangan Sistem Pakar Pendiagnosa Kerusakan Televisi Berwarna. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 6(1), 20. 2017. <https://doi.org/10.23887/janapati.v6i1.9926>
15. Akil, I.. Analisa Efektifitas Metode *Forward Chaining* dan *Backward Chaining* pada Sistem Pakar. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 13(1), 35-42. 2018. <https://doi.org/10.33480/pilar.v13i1.12>
16. Tirkaamiasa, T., & Usino, W. Sistem Pakar Pembagian Waris Menggunakan Metode *Forward* dan *Backward Chaining*. *Krea-TIF: Jurnal Teknik Informatika*, 3(2), 61. 2015. <https://doi.org/10.32832/kreatif.v3i2.412>
17. Lorena, Selvia Ginting, Br Rinaldy, Yogie Diansyah, M Adi. Metode *Z-Score* untuk Menentukan Status Gizi Balita : Aplikasi Berbasis *Android*. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, 10(3), 149-161. Okt 2022.
18. Teguh, Kurniawan *et al.* "Performance Analysis on The Arduino Uno Microcontroller-Based Weight Measurement System for Toddler." *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. Vol 97 No 7, pp. 1914-1925. 2019.
19. Husin, Husin. Arduino and Android-Based Anthropometric Detection Tools for Indonesian Children. Conference: 2nd International Conference on Social Science, Humanity and Public Health (ICOSHIP 2021). 2022. 10.2991/assehr.k.220207.043.
20. Muji Rizqi. Instrument Tool of Baby Growth Portable Base on Arduino Uno R3. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Thesis. 2018