



Perancangan dan Implementasi Sistem Instrumentasi Pengukuran Tinggi Badan Non-Kontak berbasis Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler Arduino

(Design and Implementation of a Non-Contact Human Height Measurement Instrumentation System Based on an Ultrasonic Sensor and Arduino Microcontroller)

Enjelina R. Minaely¹, Lira Aprina², Febianti Boiratan³, Jeane Kaya⁴, Juan Aldrin Latumakulita⁵, Grace Loupatty⁶, Gianita Anastasia Salamena^{7*}

^{1,2,3,4,5} Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pattimura, Ambon, 97233, Indonesia

^{6,7} Program Studi Rekayasa Instrumentasi dan Otomasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pattimura, Ambon, 97233, Indonesia

*Corresponding author's e-mail: *gianita.salamena@lecturer.unpatti.ac.id

Manuscript submitted:
15th April 2026

Manuscript revision:
20th April 2026

Accepted for publication:
5th May 2026

Abstract

Height measurement is an important parameter in health, education, and sports. Conventional height measurement methods generally use measuring tapes and require manual reading, which may lead to human errors. This study aims to design and implement a human height measurement instrumentation system using an HC-SR04 ultrasonic sensor and an Arduino Uno microcontroller. The system consists of an ultrasonic sensor, Arduino Uno R3, LCD 16x2 display, breadboard, jumper wires, and supporting packaging. The ultrasonic sensor measures the distance between the sensor and the user's head by utilizing ultrasonic wave reflection. The measured distance is processed by the Arduino Uno and converted into height data, which is then displayed on the LCD screen in real time. System testing was conducted on seven participants with measured heights of 146 cm, 147 cm, 148 cm, 149 cm, 153 cm, 155 cm, and 156 cm. The results indicate that the developed system can perform automatic height measurements effectively and provide direct measurement results to users. The proposed system offers a practical, low-cost, and easy-to-use solution for height measurement applications.

Keywords: Arduino Uno; Distance Measurements, Height Measurements; Instrumentation System; Ultrasonic Sensor.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

How to cite this article:

E. R. Minaely, L. Aprina, F. Boiratan, J. Kaya, J. A. Latumakulita, G. Loupatty, and G. A. Salamena, "Perancangan dan Implementasi Sistem Instrumentasi Pengukuran Tinggi Badan Non-Kontak berbasis Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler Arduino", *algorithm*, vol. 2, no. 1, pp. 1-10, May 2026.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi instrumentasi dan sistem tertanam (*embedded system*) telah mendorong lahirnya berbagai perangkat pengukuran otomatis yang mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam berbagai bidang [1]–[3]. Salah satu bidang yang memerlukan pengukuran secara akurat adalah pengukuran tinggi badan manusia. Informasi tinggi badan memiliki peranan penting dalam bidang kesehatan, pendidikan, olahraga, maupun administrasi kependudukan. Oleh karena itu, diperlukan metode pengukuran yang praktis, cepat, dan memiliki tingkat kesalahan yang rendah.

Pada umumnya, pengukuran tinggi badan masih dilakukan secara konvensional menggunakan meteran atau stadiometer [1], [2]. Metode tersebut memerlukan operator untuk melakukan pembacaan hasil pengukuran sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan manusia (*human error*), terutama pada saat membaca skala ukur. Selain itu, proses pengukuran secara manual membutuhkan waktu yang lebih lama dan kurang efisien apabila digunakan untuk mengukur banyak orang secara berurutan.

Perkembangan teknologi sensor memungkinkan proses pengukuran dilakukan secara otomatis. Salah satu sensor yang banyak digunakan dalam pengukuran jarak adalah sensor ultrasonik HC-SR04 [4]. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang tersebut untuk dipantulkan kembali oleh objek. Berdasarkan waktu tempuh gelombang, jarak antara sensor dan objek dapat dihitung dengan cukup baik [4]. Sensor ultrasonik memiliki keunggulan berupa harga yang relatif murah, mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler, serta tidak memerlukan kontak langsung dengan objek yang diukur.

Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan sensor ultrasonik untuk berbagai aplikasi pengukuran. Siringoringo et al. [5] mengembangkan alat pengukur tinggi badan menggunakan sensor ultrasonik yang mampu melakukan pengukuran secara otomatis. Supriyono et al. [3] mengintegrasikan sensor ultrasonik dengan mikrokontroler ATmega328 dan sistem keluaran suara untuk memberikan informasi hasil pengukuran kepada pengguna. Putra et al. [6] mengembangkan alat pengukur tinggi badan digital berbasis Arduino yang dilengkapi dengan LCD dan output suara. Selain itu, Budijanto [7] memanfaatkan sensor ultrasonik yang terhubung dengan smartphone Android melalui komunikasi Bluetooth untuk meningkatkan fleksibilitas penggunaan alat ukur tinggi badan.

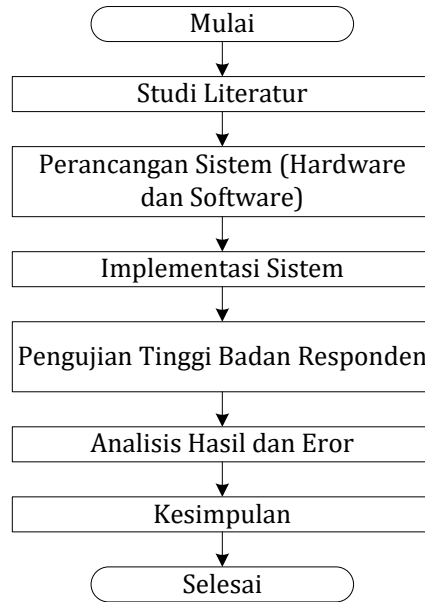
Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan, pengembangan sistem pengukuran tinggi badan yang sederhana, ekonomis, dan mudah direalisasikan masih diperlukan, terutama untuk kebutuhan pembelajaran instrumentasi dan aplikasi skala kecil. Kombinasi antara sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler Arduino Uno menjadi salah satu solusi yang menarik karena memiliki biaya implementasi yang rendah, kemudahan pemrograman, serta kemampuan pemrosesan data secara real-time [8]–[11].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem instrumentasi pengukuran tinggi badan berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler Arduino Uno. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu melakukan pengukuran tinggi badan secara otomatis, menampilkan hasil pengukuran pada LCD secara real-time, serta memberikan kemudahan dalam proses pengukuran dibandingkan metode konvensional. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif perangkat pengukuran tinggi badan yang praktis, ekonomis, dan mudah diterapkan pada berbagai lingkungan penggunaan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji sistem instrumentasi pengukuran tinggi badan berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler Arduino Uno. Metode eksperimen dipilih karena memungkinkan peneliti melakukan

pengamatan secara langsung terhadap kinerja sistem yang dikembangkan serta mengevaluasi hasil pengukuran yang diperoleh. Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis yang meliputi studi literatur, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian alat, pengambilan data, serta analisis hasil pengukuran. Diagram alir metodologi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Pada tahap studi literatur dilakukan pengumpulan informasi dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, buku, prosiding, dan dokumentasi teknis yang berkaitan dengan sensor ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler Arduino Uno, sistem pengukuran jarak, serta instrumentasi elektronik. Informasi tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan spesifikasi sistem yang akan dikembangkan.

Tahap berikutnya adalah perancangan sistem yang mencakup desain perangkat keras dan perangkat lunak. Setelah sistem berhasil dirancang, dilakukan implementasi dengan merakit seluruh komponen sesuai desain yang telah dibuat. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap beberapa responden untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengukur tinggi badan secara otomatis.

2.1 Arsitektur Sistem

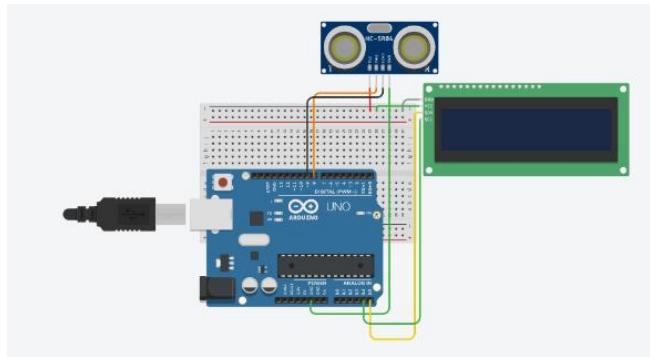
Sistem pengukuran tinggi badan yang dikembangkan terdiri atas tiga bagian utama, yaitu unit masukan (*input*), unit pemrosesan (*processing*), dan unit keluaran (*output*). Unit masukan berupa sensor ultrasonik HC-SR04 yang berfungsi mendeteksi jarak antara sensor dan kepala objek yang diukur. Sensor bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik berfrekuensi 40 kHz menuju objek. Gelombang yang mengenai objek akan dipantulkan kembali dan diterima oleh sensor sebagai sinyal echo. Unit pemrosesan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 [8], [9], [11] yang berfungsi mengolah data waktu tempuh gelombang ultrasonik menjadi informasi jarak. Nilai jarak yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi nilai tinggi badan menggunakan persamaan yang telah ditentukan. Unit keluaran menggunakan LCD 16×2 yang berfungsi menampilkan hasil pengukuran tinggi badan secara real-time sehingga dapat langsung dibaca oleh pengguna.

Secara umum alur kerja sistem ditunjukkan sebagai berikut: 1) sistem diaktifkan, 2) sensor HC-SR04 memancarkan gelombang ultrasonik, 3) gelombang dipantulkan oleh permukaan kepala pengguna, 4) sensor menerima gelombang pantul, 5) arduino menghitung jarak objek berdasarkan waktu pantulan, 6) nilai jarak dikonversi menjadi tinggi badan, 7) hasil pengukuran ditampilkan pada

LCD, dan 8) Sistem kembali melakukan pengukuran secara berulang.

2.2 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas sensor ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler Arduino Uno R3, LCD 16×2 berbasis I2C, breadboard, kabel jumper, catu daya, dan *packaging* alat seperti yang ditunjukkan pada gambar 2. Seluruh komponen dirancang dan diintegrasikan untuk membentuk sistem pengukuran tinggi badan otomatis yang mampu bekerja secara real-time. Sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi sebagai komponen utama dalam proses pengukuran. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan menerima pantulan gelombang yang kembali dari objek. Waktu tempuh gelombang digunakan untuk menentukan jarak antara sensor dan kepala pengguna.



Gambar 2. Rangkaian sistem pengukuran tinggi badan

Arduino Uno R3 digunakan sebagai pusat pengendali sistem. Mikrokontroler ini bertugas menerima data dari sensor ultrasonik, melakukan proses perhitungan jarak, mengonversi hasil pengukuran menjadi nilai tinggi badan, serta mengirimkan hasil pengolahan data ke LCD untuk ditampilkan kepada pengguna. LCD 16×2 digunakan sebagai media keluaran (*output*) yang menampilkan hasil pengukuran tinggi badan secara langsung. Penggunaan modul I2C pada LCD bertujuan untuk mengurangi jumlah pin yang digunakan sehingga rangkaian menjadi lebih sederhana dan mudah diimplementasikan.

Breadboard dan kabel jumper digunakan sebagai media perakitan sementara yang memungkinkan proses pengujian dan pengembangan sistem dilakukan dengan mudah tanpa perlu melakukan penyolderan komponen. Selain itu, *breadboard* mempermudah proses modifikasi rangkaian apabila diperlukan perubahan konfigurasi selama tahap pengujian. *Packaging* alat berfungsi sebagai struktur mekanik yang menopang seluruh komponen sistem. Sensor ultrasonik ditempatkan pada bagian atas *packaging* dengan posisi menghadap ke bawah sehingga dapat mengukur jarak antara sensor dan kepala pengguna secara tegak lurus. Penempatan sensor pada posisi tersebut bertujuan untuk meningkatkan stabilitas dan konsistensi hasil pengukuran.

2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak dilakukan menggunakan bahasa pemrograman C++ pada Arduino IDE [8], [10]. Program diawali dengan pemanggilan pustaka *LiquidCrystal_I2C* untuk mengendalikan LCD serta deklarasi pin sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan sebagai pin *trigger* dan *echo*. Pada fungsi *setup()*, sistem melakukan inisialisasi komunikasi serial, konfigurasi LCD, dan pengaturan mode pin masukan maupun keluaran. Pada fungsi *loop()*, Arduino mengirimkan sinyal pemicu (*trigger signal*) ke sensor ultrasonik untuk menghasilkan gelombang ultrasonik. Waktu pantulan gelombang yang diterima oleh pin *echo* kemudian diukur menggunakan fungsi *pulseIn()*. Nilai waktu tersebut digunakan untuk menghitung jarak objek terhadap sensor. Selanjutnya, tinggi

badan dihitung berdasarkan selisih antara tinggi total alat dan jarak hasil pengukuran sensor. Hasil perhitungan ditampilkan pada LCD 16×2 dan juga dikirimkan ke Serial Monitor untuk keperluan pengamatan data selama proses pengujian. Potongan program utama yang digunakan untuk proses pengukuran tinggi badan ditunjukkan pada Gambar 3.

```

Sistem_Tinggi_Badan
Program Arduino Ide Sistem Pengukur Tinggi badan

#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
const int trigpin = 8;
const int echopin = 9;

long durasi;
int jarak;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
  pinMode(trigpin, OUTPUT);
  pinMode(echopin, INPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(trigpin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigpin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigpin, LOW);

  durasi = pulseIn(echopin, HIGH);
  jarak = durasi * 0.037 / 2;

  int tinggibadan = 200 - jarak;

  Serial.print(tinggibadan);
  Serial.println(" cm");

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Tinggi :");
  lcd.setCursor(8, 0);
  lcd.print(tinggibadan);
  lcd.setCursor(11, 0);
  lcd.print("cm");
  delay(2000);
  lcd.clear();
}

```

Gambar 3. Algoritma utama pengukuran tinggi badan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04

2.4 Perancangan Rangkaian Sistem

Perancangan rangkaian sistem dilakukan untuk mengintegrasikan seluruh komponen perangkat keras sehingga dapat bekerja sebagai sistem pengukuran tinggi badan Konfigurasi pin yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konfigurasi Pin Arduino

Komponen	Pin Arduino
Trigger HC-SR04	Digital 8
Echo HC-SR04	Digital 9
SDA LCD	A4
SCL LCD	A5
VCC	5V
GND	GND

LCD 16×2 yang digunakan pada penelitian ini telah dilengkapi dengan modul komunikasi I2C sehingga jumlah kabel yang digunakan menjadi lebih sedikit dibandingkan koneksi paralel. Pin SDA pada modul LCD dihubungkan ke pin A4 Arduino Uno, sedangkan pin SCL dihubungkan ke pin A5 Arduino Uno. Melalui komunikasi I2C, data hasil pengukuran yang telah diproses oleh Arduino dapat ditampilkan pada LCD secara real-time.

Seluruh komponen memperoleh sumber tegangan dari Arduino Uno. Pin VCC sensor ultrasonik dan LCD dihubungkan ke pin 5V Arduino, sedangkan pin GND masing-masing komponen

dihubungkan ke pin GND Arduino untuk membentuk sistem ground yang sama. Konfigurasi ini bertujuan untuk menjaga kestabilan tegangan selama proses pengukuran berlangsung. Skema rangkaian sistem yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4. Rangkaian tersebut menggambarkan hubungan antara sensor ultrasonik HC-SR04, Arduino Uno, dan LCD 16×2 yang membentuk sistem pengukuran tinggi badan otomatis.

2.5 Prinsip Kerja Pengukuran dan Kalibrasi

Prinsip kerja sistem pengukuran tinggi badan pada penelitian ini memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 yang bekerja berdasarkan metode pantulan gelombang ultrasonik (*ultrasonic ranging*). Sensor akan memancarkan gelombang ultrasonik ke arah objek, dalam hal ini kepala pengguna, kemudian menerima kembali gelombang yang dipantulkan oleh objek tersebut. Selisih waktu antara gelombang yang dipancarkan dan diterima kembali digunakan untuk menentukan jarak antara sensor dan objek. Jarak objek terhadap sensor dihitung berdasarkan kecepatan rambat gelombang suara di udara dan waktu tempuh gelombang ultrasonik. Persamaan yang digunakan untuk menghitung jarak ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$d = \frac{(v \cdot t)}{2} \quad (1)$$

dimana,

d = jarak objek terhadap sensor (cm)

v = kecepatan suara di udara (340 m/s)

t = waktu pantulan gelombang (s)

Faktor pembagi dua pada persamaan tersebut digunakan karena waktu yang diukur sensor merupakan waktu perjalanan gelombang dari sensor menuju objek dan kembali lagi ke sensor. Oleh karena itu, jarak sebenarnya diperoleh dari setengah total jarak tempuh gelombang. Setelah nilai jarak diperoleh, sistem menghitung tinggi badan pengguna berdasarkan selisih antara tinggi total alat dan jarak yang terukur oleh sensor. Perhitungan tinggi badan dilakukan menggunakan Persamaan (2).

$$T_h = T_a - d - T_k \quad (2)$$

dimana,

T_h = tinggi objek yang diukur (cm)

T_a = tinggi total alat pengukur (200 cm)

d = jarak antara sensor dan kepala pengguna (cm)

T_k = ketebalan alat sensor (2 cm)

Metode ini digunakan karena sensor ultrasonik ditempatkan pada bagian atas alat dan menghadap ke bawah. Dengan demikian, tinggi badan dapat diperoleh dari selisih antara tinggi total alat dan jarak yang terukur oleh sensor terhadap kepala pengguna. Nilai hasil perhitungan kemudian diproses oleh Arduino Uno dan ditampilkan secara langsung pada LCD 16×2 sehingga pengguna dapat mengetahui tinggi badan secara real-time.

Kalibrasi dilakukan untuk memastikan hasil pengukuran yang diperoleh mendekati nilai sebenarnya. Proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor terhadap pengukuran menggunakan meteran konvensional. Pengukuran dilakukan berulang pada beberapa responden dengan tinggi badan yang berbeda. Selisih hasil pengukuran digunakan sebagai dasar koreksi sistem sehingga tingkat kesalahan pengukuran dapat diminimalkan.

2.6 Pengujian dan Analisis Data

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kemampuan alat dalam mengukur tinggi badan secara otomatis serta mengevaluasi tingkat akurasi hasil pengukuran yang diperoleh. Pengujian

dilakukan terhadap tujuh responden yang memiliki tinggi badan berbeda. Setiap responden berdiri tepat di bawah sensor ultrasonik dengan posisi tubuh tegak lurus terhadap lantai dan kepala berada tepat pada area deteksi sensor. Proses pengujian diawali dengan mengaktifkan sistem dan memastikan seluruh komponen berfungsi dengan baik. Sensor ultrasonik kemudian melakukan pengukuran jarak antara sensor dan kepala responden. Data jarak yang diperoleh diproses oleh Arduino Uno untuk menghitung tinggi badan berdasarkan persamaan yang telah ditentukan. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD dan dicatat untuk keperluan analisis.

Untuk mengetahui tingkat akurasi alat, hasil pengukuran menggunakan sensor ultrasonik dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan meteran konvensional sebagai nilai referensi. Selisih antara kedua hasil pengukuran digunakan untuk menentukan nilai *error* dari sistem yang dikembangkan. Persentase *error* dihitung menggunakan Persamaan (3).

$$Error (\%) = \frac{|X_{ref} - X_{ukur}|}{X_{ref}} \times 100\% \quad (3)$$

dimana,

$$\begin{aligned} X_{ref} &= \text{nilai pengukuran menggunakan meteran konvensional (cm)} \\ X_{ukur} &= \text{nilai pengukuran menggunakan sensor ultrasonik (cm)} \end{aligned}$$

Selanjutnya, nilai *error* dari setiap pengukuran digunakan untuk menghitung rata-rata *error* sistem. Nilai rata-rata *error* digunakan sebagai indikator tingkat akurasi alat yang telah dikembangkan. Semakin kecil nilai *error* yang diperoleh, maka semakin baik tingkat akurasi sistem dalam melakukan pengukuran tinggi badan.

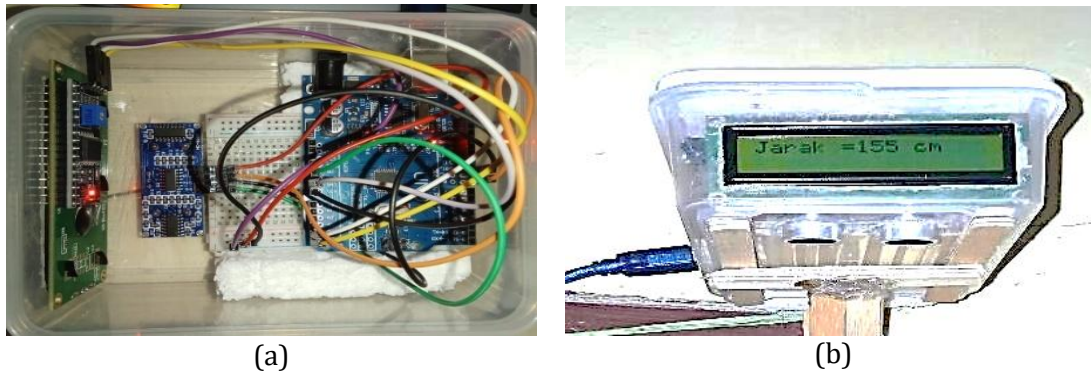
Data hasil pengujian kemudian disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah proses analisis. Analisis dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan hasil pengukuran sensor terhadap hasil pengukuran menggunakan meteran konvensional serta mengevaluasi faktor-faktor yang dapat memengaruhi akurasi pengukuran, seperti posisi responden, kestabilan sensor, dan kondisi lingkungan saat pengujian dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Sistem

Sistem pengukuran tinggi badan berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler Arduino Uno berhasil direalisasikan sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan. Sistem terdiri atas sensor ultrasonik sebagai perangkat masukan (input), Arduino Uno sebagai unit pemrosesan data, dan LCD 16x2 sebagai media keluaran (output). Seluruh komponen dirakit dan ditempatkan dalam sebuah wadah (*packaging*) sehingga membentuk prototipe alat pengukur tinggi badan otomatis yang dapat digunakan untuk proses pengujian.

Pada saat sistem diaktifkan, sensor ultrasonik akan memancarkan gelombang ultrasonik ke arah kepala pengguna. Gelombang yang dipantulkan kembali akan diterima oleh sensor dan diproses oleh Arduino Uno untuk menentukan jarak antara sensor dan objek. Berdasarkan nilai jarak yang diperoleh, sistem menghitung tinggi badan pengguna dan menampilkan hasil pengukuran pada LCD secara real-time. Implementasi perangkat keras yang telah direalisasikan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Implementasi sistem pengukuran tinggi badan: (a) Unit kontrol dan (b) Unit display

3.2. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan terhadap tujuh responden yang memiliki tinggi badan berbeda-beda. Setiap responden diukur menggunakan alat pengukur tinggi badan berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 yang telah dikembangkan. Untuk meningkatkan keandalan data, pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pada masing-masing responden. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketiga pengukuran memberikan nilai yang sama sehingga nilai tersebut digunakan sebagai hasil akhir pengukuran. Selanjutnya, hasil pengukuran menggunakan sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan meteran konvensional sebagai nilai referensi. Hasil pengujian dan analisis *error* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tinggi Badan dan Analisis *Error*

No	Responden	Meteran (cm)	Sensor (cm)	Selisih (cm)	<i>Error</i> (%)
1	Responden 1	156	155	1	0,64
2	Responden 2	147	146	1	0,68
3	Responden 3	154	153	1	0,65
4	Responden 4	156	155	1	0,64
5	Responden 5	148	147	1	0,68
6	Responden 6	149	148	1	0,67
7	Responden 7	150	149	1	0,66

Berdasarkan Tabel 2, sistem mampu melakukan pengukuran tinggi badan pada seluruh responden dengan baik. Hasil pengukuran menggunakan sensor ultrasonik menunjukkan nilai yang sangat mendekati hasil pengukuran menggunakan meteran konvensional. Seluruh responden memiliki selisih pengukuran sebesar 1 cm antara hasil pengukuran sensor dan meteran. Nilai *error* yang diperoleh berada pada rentang 0,64% hingga 0,68% dengan rata-rata *error* sebesar 0,66%.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi yang baik dalam melakukan pengukuran tinggi badan. Selain itu, konsistensi hasil pengukuran yang diperoleh pada tiga kali pengulangan untuk setiap responden menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat kestabilan yang baik. Tidak ditemukannya variasi hasil pada pengukuran berulang mengindikasikan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 mampu memberikan respons yang konsisten pada kondisi pengujian yang sama.

3.3. Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pengukuran tinggi badan berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler Arduino Uno mampu bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sensor ultrasonik berhasil mendeteksi jarak antara sensor dan kepala responden,

kemudian data tersebut diproses oleh Arduino Uno untuk menghasilkan nilai tinggi badan yang ditampilkan pada LCD secara real-time.

Berdasarkan hasil pengukuran, seluruh responden menunjukkan selisih sebesar 1 cm dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan meteran konvensional. Selisih tersebut menghasilkan rata-rata *error* sebesar 0,66%, yang menunjukkan bahwa alat memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi. Nilai *error* yang kecil mengindikasikan bahwa metode pengukuran menggunakan sensor ultrasonik dapat digunakan sebagai alternatif pengukuran tinggi badan secara otomatis.

Perbedaan hasil pengukuran antara sensor dan meteran konvensional dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satu faktor utama adalah karakteristik pantulan gelombang ultrasonik pada permukaan kepala responden. Bentuk permukaan kepala yang tidak sepenuhnya datar dapat menyebabkan variasi kecil pada waktu pantulan gelombang yang diterima sensor. Selain itu, posisi berdiri responden yang kurang tegak dan perubahan posisi selama proses pengukuran juga dapat memengaruhi hasil pembacaan sensor.

Faktor lain yang dapat memengaruhi akurasi pengukuran adalah kondisi lingkungan. Perubahan suhu udara dapat memengaruhi kecepatan rambat gelombang suara sehingga berpengaruh terhadap hasil perhitungan jarak. Meskipun demikian, pada kondisi pengujian yang dilakukan di dalam ruangan, pengaruh faktor lingkungan relatif kecil sehingga hasil pengukuran tetap stabil. Konsistensi hasil pengukuran yang diperoleh pada tiga kali pengulangan menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat presisi yang baik. Hal ini membuktikan bahwa integrasi sensor ultrasonik HC-SR04 dengan Arduino Uno mampu menghasilkan sistem pengukuran yang tidak hanya akurat, tetapi juga stabil dalam melakukan pengukuran berulang. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa alat pengukur tinggi badan yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alternatif pengukuran tinggi badan secara otomatis dengan tingkat akurasi yang baik, biaya implementasi yang relatif rendah, serta kemudahan dalam pengoperasiannya. Oleh karena itu, sistem ini berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur penyimpanan data atau integrasi dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk mendukung proses pemantauan dan pencatatan data secara digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu melakukan pengukuran tinggi badan secara non-kontak dengan tingkat akurasi yang baik sehingga berpotensi diterapkan sebagai alat ukur tinggi badan otomatis pada lingkungan pendidikan maupun pelayanan kesehatan dasar.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem instrumentasi pengukuran tinggi badan berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler Arduino Uno berhasil direalisasikan dan berfungsi dengan baik. Sistem mampu mengukur tinggi badan secara otomatis dengan memanfaatkan prinsip pantulan gelombang ultrasonik dan menampilkan hasil pengukuran secara *real-time* pada LCD 16×2. Hasil pengujian yang dilakukan terhadap tujuh responden menunjukkan bahwa alat mampu melakukan pengukuran secara konsisten pada tiga kali pengulangan pengukuran untuk setiap responden. Perbandingan hasil pengukuran menggunakan sensor ultrasonik dengan meteran konvensional menunjukkan selisih sebesar 1 cm pada seluruh responden dengan nilai rata-rata *error* sebesar 0,66%.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa alat yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi dan kestabilan yang baik sehingga dapat digunakan sebagai alternatif alat pengukur tinggi badan otomatis yang praktis, mudah digunakan, dan memiliki biaya implementasi yang relatif rendah. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan pengujian dengan jumlah responden yang lebih banyak guna memperoleh hasil yang lebih representatif. Selain itu, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur penyimpanan data dan integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) agar hasil pengukuran dapat dipantau dan dikelola secara lebih efektif.

REFERENSI

- [1] E. O. Doebelin, *Measurement Systems: Application and Design*. in McGraw-Hill Mechanical Engineering Series. McGraw-Hill Higher Education, 2003. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=9NtSAAAAMAAJ>
- [2] A. S. Morris and R. Langari, *Measurement and Instrumentation: Theory and Application*. Academic Press, 2020. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=z7vbDwAAQBAJ>
- [3] I. A. Supriyono, F. Sudarto, and M. Fakhri, "PENGUKUR TINGGI BADAN MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328 DENGAN OUTPUT SUARA," *CCITJ*, vol. 9, no. 2, pp. 148–156, 2016, doi: 10.33050/ccit.v9i2.494.
- [4] M. Mutinda and P. Kamweru, "Arduino Uno, Ultrasonic Sensor HC-SR04 Motion Detector with Display of Distance in the LCD," *Int. J. Eng. Res.*, vol. V9, no. 05, pp. 936–942, 2020, doi: 10.17577/IJERTV9IS050677.
- [5] A. Siringoringo, R. Buaton, and H. K, "Rancang Bangun Alat Pengukur Tinggi Badan Otomatis Menggunakan IoT," *Modem J. Inform. dan Sains Teknol.*, vol. 2, no. 4, pp. 129–135, 2024, doi: 10.62951/modem.v2i4.236.
- [6] I. Putra, S. Saefulloh, M. Bakri, and D. Darwis, "PENGUKUR TINGGI BADAN DIGITAL ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO DENGAN LCD DAN OUTPUT SUARA," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–14, 2022, doi: 10.33365/jtikom.v2i2.69.
- [7] A. Budijanto, "ALAT UKUR TINGGI BADAN ELEKTRONIK MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIC DAN ANDROID SMART PHONE DENGAN KONEKSI BLUETOOTH," *Prosiding SNASIKOM*, vol. 2, no. 1, pp. 13–24, 2022, [Online]. Available: <https://proceeding.unived.ac.id/index.php/snasikom/article/view/73>
- [8] T. Pan and Y. Zhu, *Getting Started with Arduino*. 2018. doi: 10.1007/978-981-10-4418-2_1.
- [9] A. Kadir, *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Andi, 2013.
- [10] S. Monk, *Programming Arduino: Getting Started with Sketches*. New York: McGraw Hill Professional, 2016.
- [11] H. Patrycia, A. Lisanthoni, M. V. Amelia, and E. Leonie, "Implementasi Sensor Ultrasonik Berbasis IoT untuk Monitoring Ketinggian Air Menggunakan Firebase dan ThingSpeak," *Pros. Semin. Nas. AMIKOM Surakarta*, vol. 3, no. November, pp. 881–892, 2025.