

PERANCANGAN PENGGARIS DIGITAL MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK UNTUK PENGUKURAN JARAK YANG AKURAT

Della Eliyana Saputri, Abdul Rahim, Abd Hallim

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknik,
Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Indonesia
dellaeliyana123@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi mendorong inovasi alat ukur yang lebih efisien dan akurat, terutama untuk pengukuran jarak tanpa kontak langsung. Alat ukur konvensional seperti meteran manual memiliki keterbatasan, seperti jangkauan terbatas dan potensi kesalahan pembacaan. Penelitian ini merancang penggaris digital berbasis sensor ultrasonik JSN-SR04T yang mampu mengukur jarak dengan akurat dalam rentang 20–600 cm. Kurangnya efisiensi dan akurasi alat ukur manual serta ketidakstabilan pembacaan sensor pada jarak sangat dekat. Penelitian ini bertujuan menghasilkan alat pengukur digital yang praktis, akurat, dan responsif melalui integrasi sensor ultrasonik, mikrokontroler Arduino Nano, layar OLED, serta tombol hold untuk mengunci hasil. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium, meliputi tahapan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian akurasi dan fungsionalitas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu mengukur jarak dengan tingkat kesalahan sangat kecil (0,1–1,2 cm) dan waktu respon stabil (1,9–2,1 detik). Fitur "Terlalu Dekat" aktif pada jarak <20 cm untuk menghindari pembacaan tidak akurat. Tombol hold terbukti efektif mengunci nilai hasil pengukuran. Dibandingkan alat sejenis, alat ini menawarkan jangkauan lebih luas dan akurasi yang kompetitif (99,5–100%). Kesimpulannya, alat ini layak digunakan sebagai solusi pengukuran digital jarak jauh yang efisien dan akurat serta dapat diimplementasikan dalam berbagai kebutuhan teknis.

Kata kunci : Penggaris Digital, Sensor Ultrasonik JSN-SR04T, Arduino Nano, OLED, Akurasi.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, kebutuhan akan alat ukur yang efisien dan akurat semakin meningkat, khususnya dalam bidang teknik dan industri. Alat ukur konvensional seperti meteran manual masih digunakan secara luas, namun memiliki keterbatasan seperti memerlukan kontak langsung dengan objek, tingkat kesalahan pembacaan yang tinggi, serta keterbatasan jangkauan pengukuran. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi berupa alat ukur digital yang dapat bekerja secara otomatis, cepat, dan tanpa menyentuh objek.

Salah satu teknologi yang berkembang dalam sistem pengukuran jarak adalah penggunaan sensor ultrasonik. Sensor jenis JSN-SR04T memiliki keunggulan dalam hal ketahanan terhadap air dan jangkauan pengukuran yang lebih luas dibandingkan sensor ultrasonik lainnya. Namun, diperlukan integrasi perangkat keras dan lunak yang tepat agar sensor ini dapat memberikan hasil pengukuran yang stabil dan akurat.

Meskipun sensor ultrasonik menawarkan solusi dalam pengukuran jarak non-kontak, masih terdapat beberapa permasalahan yang harus diatasi, antara lain: Ketidakakuratan pengukuran pada jarak sangat dekat (<20 cm). Kurangnya alat ukur yang sederhana namun mampu memberikan pengukuran real-time yang stabil dan jelas tanpa fitur berlebih seperti penyimpanan atau output suara. Serta belum adanya fitur untuk mengunci hasil pengukuran agar tidak berubah saat objek bergerak.

Ada banyak jenis alat ukur yang tersedia di pasaran, tergantung pada jenis besaran yang akan diukur dan penerapannya. Namun, dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi, konsumen membutuhkan alat ukur yang akurat dan efisien yang dapat menghemat waktu dan biaya dalam penelitian dan pengembangan produk serta sistem mereka, dan meningkatkan efisiensi dan keselamatan operasional [4]. Pengukuran panjang menggunakan penggaris perlu dikembangkan menjadi metode pengukuran yang lebih efisien yang memungkinkan pengukuran dilakukan tanpa menyentuh objek yang diukur [8].

Meskipun teknologi ini telah ada, masih terdapat beberapa permasalahan yang perlu diatasi. Alat ukur tradisional seperti meteran manual sering kali memerlukan sentuhan langsung dan rentan salah pembacaan [11]. Sensor ultrasonik masih kurang akurat di kondisi ekstrem seperti suhu tinggi atau kelembaban [6]. Sensor ultrasonik dapat juga digunakan untuk mengukur kecepatan benda dengan akurasi tinggi melalui proses kalibrasi [12].

Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan inovasi yang dapat mempermudah manusia dalam berbagai aktivitas, termasuk dalam pengukuran jarak. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah penggunaan sensor ultrasonik untuk mendukung sistem otomatisasi, seperti pengukuran jarak tanpa kontak langsung. Teknologi ini menjadi sangat relevan karena mampu memberikan solusi yang lebih akurat dan efisien dibandingkan metode konvensional [7]. Namun demikian, tidak semua sensor ultrasonik memiliki

tingkat keakuratan yang sama pada semua rentang jarak. Sensor JSN-SR04T tidak diuji secara intensif pada jarak dekat (<20cm) [2]. Sensor JSN-SR04T seringkali menghasilkan nilai yang tidak stabil atau tidak akurat jika objek terlalu dekat seperti dibawah 20 cm, bahkan nilainya bisa berubah-ubah secara acak. Hal ini selaras dengan temuan Rahasman yang menegaskan bahwa tingkat keakuratan sensor JSN-SR04T menurun pada pengukuran jarak sangat dekat [1]. Pada penelitian Jundullah et al., penggunaan sistem berbasis IoT terbukti efektif dalam mengotomatiskan proses dan memungkinkan pantauan secara real-time menggunakan ES32 dan Blynk [5].

Penelitian sebelumnya merancang alat pengukur ketinggian digital yang bekerja dengan mendeteksi objek menggunakan sensor ultrasonik. Alat ini menampilkan hasil pengukuran melalui LCD serta memberikan output suara, sehingga dapat membantu penyandang disabilitas, khususnya individu dengan gangguan penglihatan. Sensor ultrasonik yang digunakan memiliki tingkat akurasi hingga 2,3 mm dalam mendeteksi objek, dengan kemampuan maksimal mengukur jarak hingga 300 cm. Namun, dalam implementasi alat ini, ketinggian struktur yang dirancang dibatasi hingga 200 cm [9].

Penelitian sebelumnya merancang dan mengembangkan alat ukur digital otomatis untuk tinggi dan berat badan berbasis arduino yang mampu memberikan hasil yang akurat secara mandiri dan cepat, tanpa memerlukan operator manusia [10].

Penelitian sebelumnya merancang penggaris digital menggunakan Arduino R3, Sensor Ultrasonik, LCD, Speaker, dan MP3 TF. Alat ini mengukur jarak suatu benda dan menampilkannya pada LCD serta mengeluarkan suara [3].

Penelitian ini mengkaji proses tentang pengetahuan sistem pengukuran jarak berbasis penggaris digital menggunakan sensor ultrasonik, yang berfokus pada peningkatan akurasi pengukuran untuk jarak 20 - 600 cm. Penelitian ini menerapkan desain penggaris digital jarak jauh yang menggabungkan sensor ultrasonik dengan sistem pengolahan data secara real-time tanpa penyimpanan atau suara. Alat ini dirancang menggunakan platform open-source arduino sehingga lebih fleksibel untuk dikembangkan dan tetap efisien serta mudah digunakan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun sebuah penggaris digital berbasis sensor JSN-SR04T dan Arduino Nano. Menguji akurasi alat dalam mengukur jarak 20–600 cm secara real-time. Mengembangkan fitur "hold" untuk mengunci hasil pengukuran agar pengguna dapat membaca hasil dengan lebih nyaman. Menyediakan solusi alternatif dari alat ukur konvensional yang efisien dan praktis.

Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan eksperimental di laboratorium, dengan langkah-langkah sebagai berikut: 1) Perencanaan sistem,

pemilihan komponen seperti JSN-SR04T, Arduino Nano, OLED 0,96 inci, dan push button. 2) Perancangan perangkat keras dan lunak, merakit sistem dan memprogramnya menggunakan Arduino IDE. 3) Pengujian fungsionalitas meliputi uji pengukuran jarak, kecepatan respon, pengujian pada jarak sangat dekat, dan fitur tombol hold. 4) Analisis akurasi dengan membandingkan hasil pengukuran alat dengan pengukuran manual sebagai acuan. 5) Penyempurnaan sistem, kalibrasi dan evaluasi akhir agar alat dapat digunakan secara optimal dan akurat di berbagai kondisi lingkungan.

Dalam penelitian ini, penulis merancang penggaris digital menggunakan sensor ultrasonik jenis JSN-SR04T untuk meningkatkan akurasi pengukuran, terutama pada jarak 20 - 600 cm, di mana penggaris digital akan dirancang dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi akurasi pengukuran. Pendekatan ini didukung oleh literatur yang menunjukkan bahwa integrasi antara perangkat keras yang tepat dan dapat meningkatkan akurasi pengukuran. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan alat pengukur jarak yang lebih akurat dan praktis, serta dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penggunaan sensor ultrasonik dalam alat ukur digital telah menjadi perhatian dalam berbagai penelitian terdahulu. Sensor JSN-SR04T dikenal sebagai salah satu sensor ultrasonik yang memiliki ketahanan terhadap air dan mampu mengukur jarak dengan jangkauan lebih luas dibandingkan sensor sejenis. Menurut Amrullah, sensor JSN-SR04T memiliki keunggulan dalam ketahanan lingkungan, namun akurasinya menurun ketika digunakan pada jarak sangat dekat (kurang dari 20 cm) [1].

Beberapa penelitian sebelumnya telah merancang alat ukur berbasis sensor ultrasonik dengan berbagai pendekatan. Putra et al. mengembangkan alat ukur tinggi badan digital menggunakan sensor ultrasonik dan menampilkan hasil melalui LCD serta output suara. Alat ini menunjukkan akurasi hingga 2,3 mm dengan jangkauan maksimal 300 cm [2]. Sementara itu, Azahari et al. mengembangkan penggaris digital berbasis Arduino yang dilengkapi speaker dan MP3 TF untuk memberikan umpan balik suara kepada pengguna [3]. Namun, alat-alat tersebut masih terbatas dari segi fleksibilitas dan fitur kustomisasi.

Dalam pengembangan alat ukur modern, Arduino Nano menjadi mikrokontroler yang umum digunakan karena sifatnya yang open-source, ringkas, dan efisien dalam pengolahan data sensor secara real-time [4]. Penggunaan OLED 0,96 inci sebagai tampilan hasil pengukuran memberikan kemudahan bagi pengguna dalam membaca data dengan jelas [5].

Dengan mengacu pada berbagai penelitian tersebut, perancangan penggaris digital dalam studi

ini mencoba menyempurnakan kekurangan alat sebelumnya dengan menambahkan fitur “hold”, serta peningkatan jangkauan pengukuran hingga 600 cm tanpa output suara, sehingga lebih efisien dan praktis digunakan dalam berbagai kondisi teknis.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen rekayasa (engineering experiment) dengan tujuan untuk merancang dan menguji kinerja sebuah alat pengukur jarak berbasis sensor ultrasonik JSN-SR04T dalam bentuk penggaris digital. Kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hardware Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.

Jenis penelitian ini adalah penelitian terapan (applied research) yang berorientasi pada pengembangan prototipe alat berdasarkan kebutuhan praktis pengukuran jarak. Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif eksperimental, karena pengukuran dilakukan melalui pengumpulan dan analisis data numerik terkait akurasi, waktu respon, dan fungsi alat.

Objek dari penelitian ini adalah alat pengukur jarak digital berbasis mikrokontroler Arduino Nano dengan sensor ultrasonik JSN-SR04T dan OLED display, serta push button sebagai fitur tambahan. Alat ini dirancang untuk mengukur jarak 20–600 cm tanpa kontak langsung dengan objek.

Alat dan bahan yang digunakan meliputi: sensor ultrasonik JSN-SR04T, mikrokontroler arduino nano, layar OLED 0,96 inci, tombol push button (fitur HOLD), breadboard dan kabel jumper, kabel USB sebagai sumber daya dan koneksi ke laptop, laptop dengan perangkat lunak Arduino IDE, dan objek pengukuran tetap (papan atau dinding) dan meteran manual sebagai pembanding.

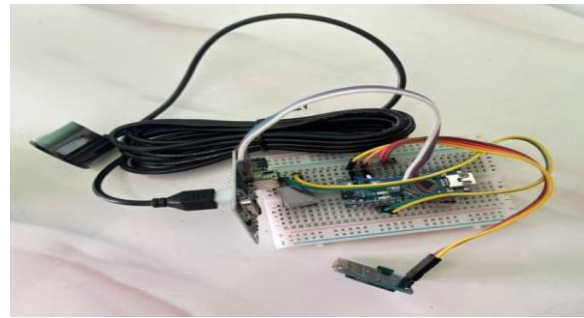
Data dikumpulkan secara langsung melalui pengamatan dan pencatatan hasil pengukuran yang ditampilkan pada layar OLED. Setiap pengukuran dilakukan tiga kali untuk memastikan keandalan dan dicatat waktu responnya menggunakan stopwatch.

Data dianalisis secara kuantitatif dengan menghitung: 1) selisih nilai pengukuran dengan jarak aktual (error). 2) Rata-rata waktu respon sistem dalam menampilkan data. 3) Stabilitas pembacaan nilai dalam mode real-time dan mode HOLD. Nilai error yang kecil, waktu respon cepat, dan hasil yang stabil menjadi indikator keberhasilan alat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dari perancangan penggaris digital yang menggunakan sensor ultrasonik JSN-SR04T dan mikrokontroler arduino nano, lcd OLED 0,96 inci, push button, breadboard, serta kabel jumper dan kabel USB sebagai media koneksi ke laptop sekaligus sumber daya. Setelah rangkaian selesai disusun, pemrograman dilakukan menggunakan arduino IDE agar alat mampu membaca jarak secara otomatis dan menampilkannya langsung ke lcd tanpa menyimpan data atau mengeluarkan suara.

Setelah sistem dirakit dan diprogram, tahap pengujian dilakukan untuk mengevaluasi seberapa akurat alat dalam mengukur jarak, dengan jangkauan 20 - 600 cm sesuai dengan fokus penelitian. Sensor bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang ultrasonik yang dihitung waktunya untuk menentukan jarak, dengan mempertimbangkan pengaruh suhu udara terhadap kecepatan suara. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa alat mampu membaca jarak secara stabil dalam kisaran 20 hingga 600 cm.



Gambar 1. Bentuk Alat Fisik

Gambar 1 menampilkan bentuk fisik dari alat penggaris digital berbasis sensor ultrasonik JSN-SR04T yang telah dirakit. Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi, seperti Arduino Nano sebagai mikrokontroler utama yang diletakkan di tengah untuk memudahkan pengkabelan ke semua komponen. Sensor JSN-SR04T dipasang pada bagian depan agar dapat menghadap langsung ke objek yang akan diukur. Layar OLED 0,96 inci diletakkan di bagian atas untuk menampilkan hasil pengukuran secara langsung dan jelas. Tombol push button digunakan untuk mengunci nilai pengukuran dan diposisikan di sisi alat yang mudah dijangkau. Semua komponen drangkai di atas breadboard dengan menggunakan kabel jumper, serta disambungkan ke laptop melalui kabel USB sebagai sumber daya. Desain alat ini dirancang sederhana namun fungsional, memperhatikan kestabilan dan kemudahan dalam penggunaan selama proses pengukuran berlangsung.

4.1. Desain Pemrograman

Desain pemrograman merupakan tahapan penting dalam penelitian ini yang bertujuan untuk mengimplementasikan program sesuai dengan desain sistem yang telah dirancang sebelumnya. Dengan menggunakan arduino IDE sebagai platform utama, fokus utama adalah memastikan bahwa sistem penggaris digital berbasis sensor ultrasonik dapat beroperasi secara efisien dalam melakukan pengukuran jarak dan menampilkan hasil secara real-time melalui layar OLED. Proses ini juga melibatkan pengolahan data dari sensor secara berulang, penyaringan nilai rata-rata untuk meningkatkan akurasi, serta penambahan fitur tombol HOLD guna memungkinkan pengguna mengunci hasil pengukuran pada layar.

```
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Wire.h>
#include <NewPing.h>

#define OLED_128x64_PIXELS

#ifdef OLED_128x64_PIXELS
#define OLED_ADDRESS 0x3C
#define SCREEN_HEIGHT 64
#endif
#ifdef OLED_128x32_PIXELS
#define OLED_ADDRESS 0x3C
#define SCREEN_HEIGHT 32
#endif

#define SCREEN_WIDTH 128
#define OLED_RESET -1

#define HOLD_BUTTON_PIN 2
#define TRIG_PIN 9
#define ECHO_PIN 10
#define MAX_DISTANCE 600
#define threshold_distance 20.0

Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire,
                           OLED_RESET);
NewPing sensor(TRIG_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);

float distance_cm;
float average_read = 0;
byte sampling_num = 10, sampling_time = 20, i = 0;

unsigned long last_reading_time, button_last_reading_time;
bool holdingState = false;
```

Perancangan Penggaris Digital Menggunakan Sensor Ultrasonik Untuk Pengukuran Jarak yang Akurat

Fungsi `setup()` menginisialisasi komunikasi serial, pin LED dan tombol HOLD, serta layar OLED. Jika OLED tidak terdeteksi, sistem akan memberi peringatan melalui serial dan LED akan berkedip terus-menerus. Jika berhasil, OLED menampilkan teks “PENGGARIS DIGITAL” dan animasi loading berbentuk progress bar. Nilai `last_reading_time` disimpan sebagai waktu acuan untuk pembacaan sensor berikutnya. Fungsi ini mempersiapkan perangkat keras sebelum sistem mulai bekerja.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  pinMode(HOLD_BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP);

  if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, OLED_ADDRESS)) {
    Serial.println("OLED tidak ditemukan");
    while (true) {
      digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
      delay(150);
      digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
      delay(100);
    }

    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(1);
    display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
    display.setCursor(14, 0);
    display.println("PENGGARIS DIGITAL");
    display.setTextSize(2);
    display.setCursor(35, 20);
    display.println("Setup");
    display.display();

    for (int i = 10; i < 108; i++) {
      display.fillRect(10, 40, i, 10, WHITE);
      display.display();
      delay(1);
    }

    last_reading_time = millis();
  }
```

Fungsi `setup()` menginisialisasi komunikasi serial, pin LED dan tombol HOLD, serta layar OLED. Jika OLED tidak terdeteksi, sistem akan memberi peringatan melalui serial dan LED akan berkedip terus-menerus. Jika berhasil, OLED menampilkan teks “PENGGARIS DIGITAL” dan animasi loading berbentuk progress bar. Nilai `last_reading_time` disimpan sebagai waktu acuan

untuk pembacaan sensor berikutnya. Fungsi ini mempersiapkan perangkat keras sebelum sistem mulai bekerja.

```
void loop() {
  unsigned long currentTime = millis();

  if (currentTime - last_reading_time >= sampling_time) {
    last_reading_time = currentTime;

    if (i >= sampling_num) {
      distance_cm = average_read / sampling_num;
      average_read = 0;
      i = 0;
      printScreen();
    } else {
      float currentRead = sensor.ping_cm();

      if (currentRead >= 0) {
        currentRead = constrain(currentRead, 0, MAX_DISTANCE);
        average_read += currentRead;
        i++;
      }
    }

    buttonHandler();
  }
```

Fungsi `loop()` mengatur proses pembacaan data dari sensor ultrasonik secara berkala. Setiap interval waktu tertentu (`sampling_time`), sensor akan membaca jarak sebanyak `sampling_num` kali, lalu hasilnya dirata-ratakan dan disimpan ke dalam `distance_cm`. Hasil pengukuran ditampilkan melalui fungsi `printScreen()`. Fungsi `buttonHandler()` terus dijalankan untuk mendeteksi apakah tombol pengunci nilai ditekan.

```
void printScreen() {
  while (holdingState) {
    display.clearDisplay();
    display.setCursor(14, 0);
    display.println("PENGGARIS DIGITAL");

    display.setTextSize(2);
    display.setCursor(35, 20);
    display.println("NILAI TERKUNCI");
    display.setCursor(14, 0);
    display.println("PENGGARIS DIGITAL");

    display.display();
    buttonHandler();
    delay(50);
  }

  display.clearDisplay();
  display.setCursor(14, 0);
  display.println("PENGGARIS DIGITAL");

  if (distance_cm > threshold_distance) {
    display.setTextSize(2);
    display.setCursor(35, 20);
    display.println("NILAI TERKUNCI");
    display.setCursor(14, 0);
    display.println("PENGGARIS DIGITAL");

    display.display();
    buttonHandler();
    delay(50);
  } else {
    display.setTextSize(2);
    display.setCursor(35, 20);
    display.println("Terlalu Dekat");
    display.setCursor(14, 0);
    display.println("PENGGARIS DIGITAL");

    display.display();
    buttonHandler();
    delay(50);
  }

  display.setCursor(14, 0);
  display.println("PENGGARIS DIGITAL");

  display.display();
}
```

Fungsi `printScreen` menampilkan hasil pengukuran jarak ke layar OLED. Jika `holdingState` aktif (tombol HOLD ditekan), maka nilai jarak ditampilkan secara tetap dengan label “NILAI TERKUNCI” dan tidak diperbarui sampai tombol ditekan lagi. Setelah keluar dari mode HOLD, hasil jarak akan ditampilkan seperti biasa. Jika objeknya terlalu dekat dibawah 20 cm, layar akan menampilkan peringatan “Terlalu Dekat”.

```

void buttonHandler() {
    static bool lastState = HIGH;
    static unsigned long lastDebounceTime = 0;
    const unsigned long debounceDelay = 50;

    bool reading = digitalRead(HOLD_BUTTON_PIN);

    if (reading != lastState) {
        lastDebounceTime = millis();
    }

    if ((millis() - lastDebounceTime) > debounceDelay) {
        if (reading == LOW && lastState == HIGH) {
            holdingState = !holdingState;
        }
    }

    lastState = reading;
}

```

Fungsi buttonHandler() menggunakan metode untuk memastikan pembacaan tombol HOLD lebih stabil dan akurat. Debounce sendiri berfungsi untuk menghindari pembacaan ganda akibat getaran fisik saat tombol ditekan. Dengan memberi jeda selama 50 milidetik, maka nilai holdingState dibalik. Artinya, setiap kali tombol ditekan, sistem akan mengunci tampilan hasil pengukuran.

4.2. Pengujian Fungsionalitas Sistem

Pada tahap ini, penulis melakukan pengujian pada beberapa fitur utama dari alat penggaris digital. Fitur utama yang diuji meliputi proses awal saat dinyalakan, kemampuan alat dalam mengukur jarak, respon terhadap objek yang terlalu dekat, serta fungsi tombol pengunci hasil. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari alat yang telah dibuat. Hasil pengujian sebagai berikut:

4.3. Pengujian Inisialisasi

Pada pengujian ini, alat dinyatakan dan dicek apakah semua komponen seperti layar OLED, sensor ultrasonik, dan tombol “hold” bisa aktif. Saat menyala, alat akan menampilkan tulisan “Setup” sebagai tanda bahwa sistem siap digunakan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Inisialisasi

No	Komponen	Status	Waktu Inisialisai
1	OLED 0,96 Inci	Berfungsi	1,10 Detik
2	Sensor JSN-SR04T	Berfungsi	1,25 Detik
3	Tombol Hold	Berfungsi	0,95 Detik

4.4. Pengujian Pengukuran Jarak

Pengujian dilakukan dengan menempatkan objek pada jarak tertentu, mulai dari 100 cm hingga 600 cm. Data hasil pengukuran dan waktu respon sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Jarak

No	Jarak Aktual(cm)	Hasil Pengukuran(cm)	Selisih (cm)	Waktu Pembacaan
1	100	99,5	0.5	1,90 Detik
2	200	199.5	0.5	1,95 Detik
3	300	301.2	1.2	2,00 Detik
4	400	399.9	0.1	2,05 Detik
5	600	599.7	0.3	2,10 Detik

Pada tabel 2 alat telah diuji dengan lima titik jarak yang berbeda. Hasil pengukuran pada lima titik

tersebut menunjukkan adanya selisih yang sangat kecil antara nilai aktual dengan hasil penggaris digital. Selain itu waktu pembacaannya cukup stabil, berkisar 1,90 hingga 2,10 detik. Hasil pengujian ini membuktikan bahwa alat yang dirancang mampu memberikan hasil pengukuran jarak yang cukup akurat dan stabil dengan tingkat kesalahan yang sangat kecil.

4.5. Pengujian Respon Terhadap Objek Dekat

Sensor yang digunakan punya batas jarak minimal, yaitu 20 cm. Jika jarak objek kurang dari 20 cm, maka layar akan menampilkan tulisan “Terlalu Dekat”.

Tabel 3. Hasil Pengujian Jarak Minimum

No	Jarak Objek Sebenarnya (cm)	Nilai terbaca di OLED (cm)	Waktu Respon
1	15	Terlalu Dekat	0,50 Detik
2	10	Terlalu Dekat	0,48 Detik
3	5	Terlalu Dekat	0,46 Detik

4.6. Pengujian Tombol Hold

Fungsi tombol hold digunakan untuk mengunci hasil pengukuran agar tidak berubah, meskipun objek berpindah. Tombol ditekan satu kali untuk mengunci dan ditekan kembali untuk membuka kunci.

Tabel 4. Hasil Pengujian Fitur Hold

No	Nilai Terukur(cm)	Status Tombol	Tampilan Layar	Waktu Respon
1	150	Aktif	150 CM (Terkunci)	0,30 Detik
2	320	Non Aktif	320 cm (Real-Time)	Real-Time
3	270	Aktif	270 cm (Terkunci)	0,28 Detik

4.7. Pengujian Sensor Terhadap Berbagai Jenis Objek

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana performa sensor ultrasonik JSN-SR04T dalam mendeteksi objek dengan karakteristik permukaan yang berbeda, dengan jarak antara sensor dan objek sama, yaitu 20 cm. Tujuan dari pengujian ini untuk melihat sejauh mana jenis dan sifat permukaan objek mempengaruhi hasil pengukuran, serta mengidentifikasi jenis hambatan yang terjadi saat pengukuran.

Tabel 5. Hasil Pengujian Terhadap Berbagai Jenis Objek

No	Jenis Objek	Hasil Pengukuran	Selisih cm	Ket
1	Gelas plastik	20	0	Akurat
2	Meja Kayu	20	0	Akurat
3	Stainless Steel	21	1	Refleksi tinggi, sudut
4	Kertas Sticky Notes	Tidak Terbaca	-	Pantulan lemah, dianggap terlalu dekat

4.8. Pengujian Sensor Pada Jarak 10 cm

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kinerja sensor JSN-SR04T ketika digunakan untuk mendeteksi objek pada jarak dibawah 20 cm, yang merupakan batas minimum efektif dari sensor tersebut. Dalam pemrograman alat penggaris digital ini, ditentukan bahwa jika jarak terdeteksi kurang dari 20 cm, maka sistem akan menampilkan tulisan “Terlalu Dekat” pada layar OLED sebagai peringatan bahwa pembacaan tidak akurat.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor Jarak 10 cm

No	Jenis Objek	Hasil Pengukuran	Selisih cm	Ket
1	Gelas plastik	22	12	Gelombang pantul tertunda, terbaca lebih jauh
2	Meja Kayu	32	22	Pantulan tidak stabil, hasil sangat jauh
3	Stainless Steel	22	12	Pantulan menyimpang, terbaca jauh
4	Kertas Sticky Notes	Terlalu Dekat	-	Pantulan lemah, dianggap terlalu dekat

4.9. Implementasi Alat

Alat yang telah dirancang diimplementasikan dengan melakukan pengujian langsung dilingkungan nyata, seperti di dalam ruangan. Pada tahap ini alat dioperasikan menggunakan daya dari laptop melalui kabel USB. Alat ini terdiri dari sensor ultrasonik JSN-SR04T, arduino nano, layar OLED 0,96 inci, serta tombol hold yang digunakan untuk mengunci nilai hasil pengukuran.



Gambar 2. Tampilan Alat Saat Dioperasikan

Gambar 2. memperlihatkan alat saat digunakan di dalam ruangan. Sensor JSN-SR04T diatas diletakkan disamping meteran manual pas di angka 291 cm dan hasil dari alat yang dibuat juga menunjukkan di angka 291 cm. Implementasi ini bertujuan untuk mengecek sejauh mana alat mampu bekerja stabil dan akurat dalam mengukur objek dengan berbagai jarak dan melakukan kalibrasi sensor menggunakan meteran manual. Proses ini juga memastikan bahwa semua komponen terhubung dan bekerja sesuai dengan desain.

4.10. Pengoperasian Alat yang Telah Diimplementasikan

Bagian ini menjelaskan bagaimana alat digunakan secara langsung dalam pengukuran jarak. Setelah sistem dinyalakan dengan menyambungkan kabel USB ke laptop, alat langsung siap digunakan. Pengguna cukup mengarahkan sensor ke objek yang akan diukur, dan hasil pengukuran akan langsung tampil di layar OLED.

4.11. Pengukuran Jarak dengan Sensor

Pengguna cukup menghadapkan alat ke arah objek, lalu sensor akan memancarkan gelombang ultrasonik. Gelombang tersebut akan dipantulkan kembali ke sensor jika mengenai objek, dan jarak akan dihitung secara otomatis. Hasilnya ditampilkan dalam satuan sentimeter pada layar OLED.

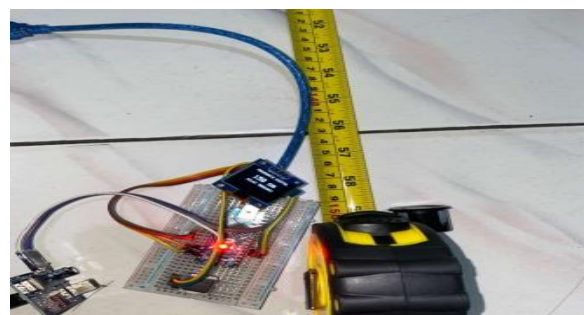


Gambar 3. Pengguna Mengarahkan Alat ke Objek untuk Mengukur Jarak

Gambar 3 setelah alat diarahkan ke objek yang diukur, sensor JSN-SR04T secara otomatis langsung mengukur selang waktu yang dibutuhkan gelombang ultrasonik untuk bergerak ke objek dan kembali setelah memantul. Mikrokontroler Arduino Nano untuk menghitung jarak berdasarkan waktu yang terukur dan hasilnya langsung ditampilkan pada layar OLED dalam satuan cm.

4.12. Penggunaan Tombol Hold

Fitur tombol hold digunakan untuk mengunci hasil pengukuran. Setelah pengguna mendapatkan hasil yang diinginkan, tombol dapat ditekan untuk mengunci nilai tersebut. Hasil akan tetap tampil di layar hingga tombol ditekan kembali.



Gambar 4. Pengguna Menekan Tombol Hold untuk Mengunci Nilai

Gambar 4 diatas menunjukkan nilai jarak yang di ukur dengan meteran manual 150 cm dan di layar OLED pun menampilkan hasil yang sama yaitu 150 cm setelah tombol hold di tekan maka nilai jaraknya akan terkunci di 150 cm.

4.13. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, perancangan penggaris digital menggunakan sensor JSN-SR04T berhasil memenuhi tujuan penelitian. Alat mampu mengukur jarak secara stabil pada rentang 20 hingga 600 cm. Sistem menampilkan hasil secara real-time melalui layar OLED 0,96 inci dan memiliki waktu respon cepat antara 1,9 hingga 2,1 detik. Dibandingkan dengan pengukuran manual, alat ini menunjukkan hasil yang konsisten. Fitur tombol hold juga berfungsi optimal untuk mengunci nilai pengukuran. Dengan demikian, alat yang dikembangkan dinyatakan efektif, efisien, dan sesuai dengan tujuan awal penelitian.

4.14. Analisis Akurasi dan Perbandingan

Dari hasil pengujian jarak yang ditampilkan pada Tabel 2, terdapat sedikit selisih pada beberapa percobaan, seperti 0,8 cm dan 1,2 cm. Hal ini menunjukk bahwa alat belum sepenuhnya stabil saat awal pengujian. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan beberapa kali proses kalibrasi hingga hasil pengukuran menjadi lebih stabil dan akurat.

Jika dibandingkan dengan penelitian Putra et al. 2022 , alat yang mereka rancang memiliki akurasi hingga 2,3 mm (sekitar 99,7%) dan jangkauan maksimal 300 cm. Sedangkan pada penelitian ini, alat mampu mengukur hingga 600 cm dengan rata-rata akurasi 99,5-100%, menunjukkan peningkatan dari sisi jangkauan dan tetap kompetitif dalam akurasi. Fitur tombol hold juga menambah keunggulan karena tidak semua alat konvensional menyediakan fungsi untuk mengunci hasil pengukuran secara manual.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggaris digital yang dirancang menggunakan sensor ultrasonik JSN-SR04T dan Arduino Nano mampu mengukur jarak dengan akurat dalam rentang 20 hingga 600 cm. Alat ini menampilkan hasil secara real-time melalui layar OLED 0,96 inci dan dilengkapi dengan tombol hold untuk mengunci nilai hasil pengukuran. Waktu respon alat berkisar 1,85 hingga 2,20 detik, dan seluruh komponen berfungsi sesuai dengan perancangan. Dengan demikian, alat ini dinyatakan berhasil memenuhi tujuan penelitian yaitu menghasilkan sistem pengukuran jarak yang efisien, praktis dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Amrullah, "Perbandingan Tingkat Akurasi Pengukuran Ketinggian Air pada Sensor HC-SR04, HY-SRF05, dan JSN-SR04T," *Jurnal*

Ilmiah Mahasiswa, vol. 7, no. 1, pp. 5–10, 2024. [Online]. Available:

<https://doi.org/10.30811/jim.v7i1.2955>

- [2] K. Auliya, M. Yusfi, and R. Rasyid, "Sistem Pemantauan Slot Parkir Menggunakan Sensor Ultrasonik JSN-SR04T dan Pengenalan Plat Nomor Kendaraan dengan ESP32-CAM," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 12, no. 4, pp. 534–540, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.25077/jfu.12.4.534-540.2023>
- [3] A. Azahari, M. Fahmi, and B. D. Sugiono, "Prototype Penggaris Digital Berbasis Arduino," *Jurnal Informatika Wicida*, vol. 12, no. 2, pp. 63–68, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.46984/inf-wcd.1959>
- [4] B. P. Panjaitan and I. A. Iswandana, "Sistem Monitoring Ketinggian dan Kecepatan Banjir Melalui Web dan Peringatan Dini Melalui Telegram Berbasis NodeMCU," *Jurnal Limits*, vol. 18, no. 1, pp. 8–18, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.59134/jlmt.v18i01.201>
- [5] M. F. Jundullah, A. Arbansyah, and A. Hallim, "Rancang Bangun IoT Smart Pet Feeder Untuk Pemantauan dan Pengaturan Pakan Hamster," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 9, no. 4, pp. 5578–5585, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.36040/jati.v9i4.13861>
- [6] A. Kumar, A. Sarangi, D. K. Singh, S. Dash, and I. Mani, "Evaluation of Ultrasonic Sensor for Flow Measurement in Open Channel," *Journal of Scientific and Industrial Research*, vol. 82, no. 10, pp. 1091–1099, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.56042/jsir.v82i10.2613>
- [7] M. I. Lubis and S. A. Manurung, "Rancang Bangun Pintu Otomatis dengan Penggunaan Arduino Mega 2560 Berbasis Internet of Things (IoT)," *Prosiding Konferensi Nasional Social & Konsep*, pp. 758–766, 2022. [Online]. Available: <http://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/view/954>
- [8] U. Niswatul Khasanah, "Aplikasi Sensor Ultrasonik Sebagai Alat Ukur Jarak Digital Berbasis Arduino," *JSNu: Journal of Science Nusantara*, vol. 3, no. 4, pp. 135–140, 2023.
- [9] I. U. Putra, S. Saefulloh, M. Bakri, and D. Darwis, "Pengukur Tinggi Badan Digital Ultrasonik Berbasis Arduino Dengan LCD Dan Output Suara," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 2, no. 2, pp. 1–14, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.33365/jtkom.v2i2.69>
- [10] Z. R. Rahmadhani, A. Sukmaindrayana, and J. Barat, "Perancangan Alat Ukur Digital untuk Tinggi," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 12, no. 3, 2024.
- [11] E. Sze, D. Hindarto, I. K. A. Wirayasa, and H. Haryono, "Performance Comparison of Ultrasonic Sensor Accuracy in Measuring Distance," *Sinkron*, vol. 7, no. 4, pp. 2556–2562, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.33395/sinkron.v7i4.11883>
- [12] A. Zapata, "Fisica 113 Speed Radar using HC-SR04 and Arduino: Calibration and Data Analysis," [Online]. Available: <https://sowewhere.example.url>