

Sistem Kendali Kipas Otomatis Real-Time Berbasis Suhu Menggunakan Arduino Uno pada Maket Rumah Joglo

Farel Levran Ega Apriansyah^{1*}, Fadila Nur Annisa², Muhammad Umar Rasyid³, Khoirul Arya Saputra⁴, Rudi Susanto⁵

¹Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

^{1*}250103098@mhs.udb.ac.id (penulis korespondensi)

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

²250103165@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

³250103107@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

⁴250103170@mhs.udb.ac.id

⁵ Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

⁵rudi_susanto@udb.ac.id

Abstrak— Perkembangan otomatisasi sirkuit pada maket miniatur cagar budaya tradisional sering kali menghadapi kendala fungsional berupa ketidakstabilan pasokan tegangan (voltage drop) dan munculnya suara dengung mekanis dinamo (PWM whining) akibat beban induktif motor DC. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan kendali kipas otomatis real-time berbasis suhu menggunakan mikrokontroler Arduino Uno pada maket Rumah Joglo. Sistem dirancang memanfaatkan transduser digital DHT22 sebagai pemantau iklim mikro interior, penampil display LCD 16x2 I2C, serta driver H-Bridge L298N. Metode penelitian ini terdiri dari analisis kebutuhan alat, perancangan sistem, dan pengujian. Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas menggunakan metode Black-Box Testing, sistem berhasil mengeksekusi kendali putaran motor secara instan tanpa dengung dengan delay transien mekanis awal sebesar 124 ms saat suhu menyentuh ambang batas 30°C. Skenario interupsi keselamatan (fail-safe) juga sukses memotong total aliran daya menuju motor secara otomatis dalam waktu 12 ms apabila transduser digital mengalami kegagalan transmisi data. Hasil eksperimen ini membuktikan bahwa purwarupa sistem otomasi ventilasi aktif ini layak diimplementasikan secara portabel sebagai media peraga bangunan pintar yang responsif, aman, dan efisien.

Kata kunci— Arduino Uno, Kipas Otomatis, Kendali Berbasis Suhu, Maket Rumah Joglo, Pulse Width Modulation.

Abstract— The development of circuit automation in traditional cultural heritage miniature models often faces functional constraints in the form of voltage supply instability (voltage drop) and the emergence of mechanical dynamo humming noise (PWM whining) due to the inductive load of the DC motor. This study aims to design and implement a real-time temperature-based automatic fan control using an Arduino Uno microcontroller on a Joglo House model. The system is designed using a DHT22 digital transducer as an interior microclimate monitor, a 16x2 I2C LCD display, and an L298N H-Bridge driver. This research method consists of tool requirements analysis, system design, and testing. Based on the results of functional testing using the Black-Box Testing method, the system successfully executes instant motor rotation control without hum with an initial mechanical transient delay of 124 ms when the temperature reaches a threshold of 30°C. The fail-safe interrupt scenario also successfully cuts off the total power flow to the motor automatically within 12 ms if the digital transducer experiences a data transmission failure. The results of this experiment prove that the prototype of this active ventilation automation system is feasible to be implemented in a portable manner as a demonstration medium for smart buildings that are responsive, safe, and efficient.

Keywords— Arduino Uno, Automatic Fan, Temperature Based Control, Rumah Joglo Mockup, Pulse Width Modulation.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi tertanam (*embedded system*) berbasis mikrokontroler saat ini membuka peluang besar dalam otomatisasi berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam pelestarian warisan budaya lokal. Salah

satu bentuk pelestarian tersebut adalah pembuatan media peraga interaktif berupa maket miniatur arsitektur tradisional. Integrasi antara teknologi modern dan kearifan lokal terbukti mampu meningkatkan nilai fungsional serta daya tarik visual dari sebuah replika bangunan adat,

seperti yang telah diteliti oleh Fernanda dkk. [1] mengenai sistem otomatisasi pada rumah adat Sumatera Selatan, serta Shidiq dkk. [2] yang merancang sistem otomasi pengunci pintar pada replika rumah adat Honai Papua.

Di sisi lain, kenyamanan termal dan sirkulasi udara di dalam ruang mikro maket bangunan tradisional, seperti Rumah Joglo, sering kali menghadapi kendala akibat fluktuasi suhu ruangan pameran yang tidak stabil. Pengondisian udara secara manual dinilai kurang efektif dan efisien karena tidak mampu merespons perubahan suhu secara real-time. Oleh karena itu, diperlukan sebuah peranti peraga konkrit berbasis mikrokontroler yang mampu mengendalikan sistem ventilasi aktif secara otomatis, sejalan dengan prinsip pengembangan media pembelajaran berbasis Arduino Uno yang dipaparkan oleh Susanto dkk. [3].

Penelitian terdahulu mengenai otomatisasi kipas penyejuk telah dilakukan oleh Perdana dkk. [4] yang mengembangkan purwarupa kendali kipas menggunakan kombinasi sensor suhu DHT22 dan sensor kehadiran manusia (Passive Infrared / PIR). Namun, sistem tersebut memiliki kelemahan jika diimplementasikan pada objek maket pameran statis, karena putaran kipas hanya bergantung pada deteksi gerakan manusia di sekitar area dan tidak mempertimbangkan kondisi akumulasi panas mikro di dalam struktur maket itu sendiri. Selain itu, beban induktif dinamo kipas yang besar kerap memicu kendala kegagalan sistem berupa tegangan anjlok (voltage drop) dan pembacaan sensor yang membeku (freeze)[5].

Untuk mengatasi kelemahan tersebut, kami mengembangkan Sistem Kendali Kipas Otomatis Berbasis Suhu pada Maket Rumah Joglo. Kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada penerapan pengaturan kecepatan motor DC menggunakan Pulse Width Modulation (PWM) berdasarkan rentang suhu yang telah ditentukan menggunakan Modulasi Lebar Pulsa (Pulse Width Modulation / PWM) yang dipatok secara kaku pada batas ambang bawah guna mengeliminasi suara dengung mekanis torsi rendah. Selain itu, sistem ini menerapkan modifikasi sirkuit daya terisolasi (Isolated Power

Supply) berbasis baterai eksternal baru (battery pack) serta algoritma toleransi kegagalan pembacaan (fail-safe filtering) untuk menjamin stabilitas performa alat saat pameran berlangsung.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian disajikan seperti pada gambar 1, yang terdiri dari kebutuhan alat, perancangan sistem, dan pengujian.



Gambar 1. Tahapan Penelitian 1

2.1. Kebutuhan Alat

1. Arduino uno



Gambar 2. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan papan pengontrol mikro (mikrokontroler) berbasis open-source yang berfungsi sebagai otak pusat kendali sirkuit [1]. Perangkat ini memproses sinyal masukan dari penangkap data untuk memberikan perintah keluaran secara presisi ke modul penggerak [2].

2. Kabel jumper



Gambar 3. Kabel Jumper

Kabel jumper berfungsi sebagai media konduktor fleksibel untuk menghubungkan jalur kelistrikan antarkomponen elektronik di dalam sistem maket, seperti menghubungkan sensor DHT22, modul driver L298N, dan layar LCD ke papan Arduino Uno. Penggunaan kabel ini memastikan arus listrik serta sinyal data berupa pulsa logika dapat mengalir secara konstan dan stabil ke seluruh rangkaian sirkuit [3].

3. Kipas 5 volt



Gambar 4. Kipas 5 volt

Aktuator mekanis berupa dinamo baling-baling penyejuk yang diletakkan pada struktur ventilasi maket arsitektur tradisional. Putaran kipas dibatasi secara kaku menggunakan ambang bawah untuk mencegah kendala kumparan berdengung keras [4].

4.Driver L298n



Gambar 5. Driver L298N

Modul penggerak tipe Dual H-Bridge yang bertugas meregulasi kuat arus dan menyalurkan tegangan menuju kutub dinamo motor DC.

Pengendalian kecepatan putaran kipas diatur menggunakan metode Modulasi Lebar Pulsa (Pulse Width Modulation / PWM) [4], [6], [7].

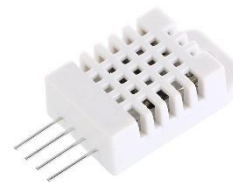
5. LCD



Gambar 6. LCD

Layar penampil karakter tulisan yang dilengkapi modul konverter sirkuit antar-integrasi (Inter-Integrated Circuit) untuk menghemat penggunaan pin Arduino via jalur komunikasi SDA dan SCL [2].

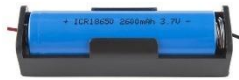
6. Sensor Suhu dan Kelembaban (DHT22)



Gambar 7. DHT22

Modul elektronik transduser digital yang digunakan untuk mendeteksi tingkat parameter suhu ruangan mikro dan persentase kelembaban secara berkala [4], [5]. Sensor ini diprogram menggunakan pustaka SimpleDHT pada Pin Arduino.

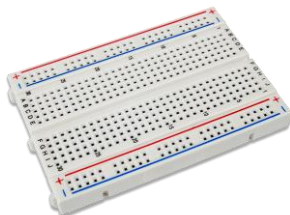
7. Baterai



Gambar 8. Baterai

Komponen catu daya mandiri (independent power supply) yang berfungsi memasok kebutuhan arus operasional dinamo kipas secara terpisah dari papan Arduino [1]. Pemisahan daya ini krusial untuk mencegah kegagalan voltage drop pada cip logika pengontrol.

8. Breadboard



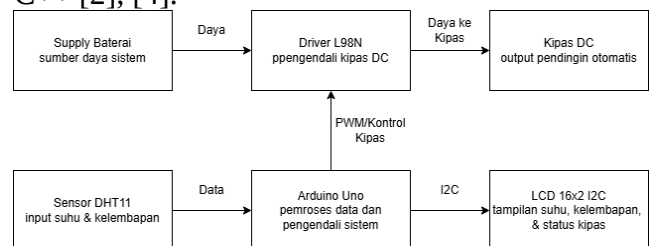
Gambar 9. Breadboard

Breadboard merupakan papan proyek berlubang konduktif yang digunakan untuk merangkai dan membuat prototipe sirkuit elektronik secara temporer tanpa memerlukan proses penyolderan komponen [3]. Dalam skema kelistrikan, ini breadboard dimanfaatkan secara khusus untuk membangun jalur rel distribusi daya bersama (rel positif 5V) guna meminjam arus logika murni dari Arduino Uno lalu menyalurkannya dengan aman ke terminal kontrol logika driver motor L298N.

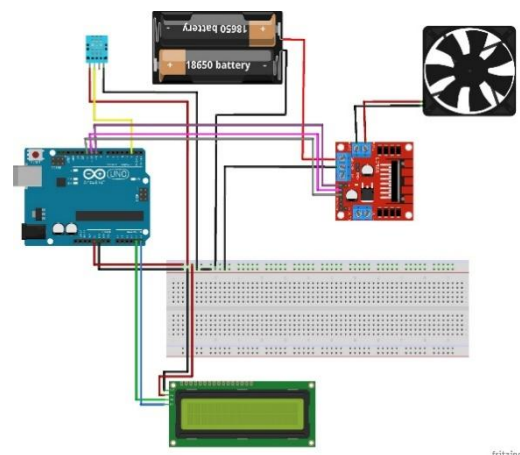
2.2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem mencakup pembuatan blok diagram dan alur logika kerja sistem. Sensor DHT22 akan membaca parameter nilai suhu di dalam ruangan maket, kemudian Arduino membaca data suhu dari sensor DHT22

kemudian menentukan nilai PWM berdasarkan rentang suhu yang telah ditentukan. Nilai PWM dikirimkan ke driver L298N sehingga kecepatan putaran kipas berubah sesuai kategori suhu. Data kelembapan hanya ditampilkan pada LCD sebagai informasi dan tidak digunakan dalam proses pengambilan keputusan serta menyalakan LED indikator yang sesuai. Jika suhu berada di bawah ambang batas ($< 30^{\circ}\text{C}$), sistem akan mematikan kipas penyejuk. Logika ini divisualisasikan dalam diagram alir dan direalisasikan melalui pemrograman berbasis C++ [2], [4].



Gambar 10. Diagram Blok



Gambar 11. Rangkaian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perakitan

Tahapan integrasi perangkat keras dilakukan dengan menempatkan papan mikrokontroler Arduino Uno R3 pada kompartemen tersembunyi di bagian dasar maket Rumah Joglo untuk menjaga estetika visual purwarupa [1]. Sensor DHT22 dipasang secara terpusat pada area langit-langit (plafon) maket guna mendapatkan akurasi pembacaan parameter termal sirkulasi udara

mikro secara optimal. Untuk meminimalkan penggunaan pin digital, layar penampil LCD 16x2 dikonfigurasi menggunakan modul antarmuka kaku berbasis sirkuit antar-terintegrasi (Inter-Integrated Circuit) via jalur pin analog kaku [2].



Gambar 12. Maket Rumah Joglo

Peniadaan komponen lampu LED dari rancangan sistem ini berdampak positif terhadap efisiensi penggunaan pin General Purpose Input Output (GPIO) Arduino Uno, sekaligus menyederhanakan kompleksitas jalur kabel jumper di atas papan proyek (breadboard) [3]. Optimalisasi ini meminimalkan risiko adanya kabel longgar (loose wire) selama mobilisasi maket. Selain itu, guna mengatasi kendala tegangan anjlok (voltage drop) akibat beban induktif dinamo kipas DC 12V saat melakukan kickstart, sistem ini menerapkan metode catu daya terisolasi (Isolated Power Supply). Implementasi dilakukan dengan mencabut komponen jumper penurun tegangan 5V internal pada modul driver L298N. Jalur daya motor L298N kemudian dihubungkan secara eksklusif ke baterai eksternal baru (battery pack), sementara pin GND driver di-jumper kembali ke GND Arduino untuk membentuk jalur penyamaan potensial arus murni (Common Ground) [6]. Rincian pengkabelan komponen ke arduino uno pada tabel 1 dan rincian pengkabelan driver motor dan catu daya pada tabel 2.

Tabel 1. Rincian pengkabelan komponen ke arduino uno

Komponen	Pin Komponen	Pin Arduino Uno
DHT22	Data	D2

L298N	VCC	5V
	GND	GND
	ENA	D2(PWM)
	IN1	D10
LCD 16x2 I2C	IN2	D11
	GND	GND
	SDA	A4
	SCI	A5
	VCC	5V
	GND	GND

Tabel 2. Rincian Pengkabelan Driver Motor dan Catu Daya

Komponen	Pin Komponen	Terhubung ke
Baterai Eksternal	+	Terminal 12V L298N
Baterai Eksternal	-	Terminal 12V L298N
Motor DC	Motor(+)	OUT1 L298N
Motor DC	Motor(-)	OUT2 L298N

3.2 Pemrograman

Kode program yang digunakan untuk menjalankan sistem ini:

```

1 // PIN RANGKAIAN
2 #define DHTPIN 2
3 #define IN1_PIN 10
4 #define IN2_PIN 11
5 #define ENA_PIN 9
6
7 // BATAS SUHU
8 #define SUHU_MIN 30
9 #define SUHU_SEDANG 33
10 #define SUHU_MAX 36
11
12 // BATAS PWM
13 #define PWM_LAMBAT 145
14 #define PWM_SEDANG 165
15 #define PWM CEPAT 180

```

Gambar 23. Program Pin Rangkaian

```

1 // PEMBACAAN SENSOR DAN PROTEKSI
2 void loop() {
3   unsigned long now = millis();
4
5   if (now - waktuBaca >= INTERVAL_SENSOR) {
6     waktuBaca = now;
7     float t = 0, h = 0;
8
9     if (dht22.read2(&t, &h, NULL) == SimpleDHTErrSuccess) {
10      suhu = (int)t;
11      kelembaban = (int)h;
12
13      hitungPwM();
14      refreshLCD();
15      serialLog();
16
17    } else {
18      analogWrite(ENA_PIN, 0);
19      fanIdup = false;
20      nilaiPwM = 0;
21      persenPwM = 0;
22      statusKipas = 0;
23      animFrame = false;
24
25      lcd.clear();
26      lcd.setCursor(0, 0); lcd.print(F("SENSOR ERROR !"));
27      lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(F("Kipas dimatikan ~"));
28      Serial.println(F("[ERROR] DHT22 gagal dibaca saat runtime!"));
29    }
30  }
31
32  if (now - waktuAnim >= INTERVAL_ANIM) {
33    waktuAnim = now;
34
35    if (fanIdup) {
36      animFrame = !animFrame;
37      lcd.setCursor(0, 3);
38      lcd.write((byte)animFrame ? SLOT_FANA : SLOT_FANB);
39    }
40  }
41 }

```

Gambar 14. Program Penanganan Proteksi

```

1 // HITUNG PWM
2 void hitungPWM() {
3   if (suhu < SUHU_MIN) {
4     nilaiPWM = 0;
5     persenPWM = 0;
6     fanHidup = false;
7     statusKipas = 0;
8     animFrame = false;
9     analogWrite(ENA_PIN, 0);
10    return;
11  }
12
13  if (suhu < SUHU_SEDANG) {
14    nilaiPWM = PWM_LAMBAT;
15    persenPWM = 60;
16    fanHidup = true;
17    statusKipas = 1;
18    analogWrite(ENA_PIN, nilaiPWM);
19    return;
20  }
21
22  if (suhu < SUHU_MAX) {
23    nilaiPWM = PWM_SEDANG;
24    persenPWM = 80;
25    fanHidup = true;
26    statusKipas = 2;
27    analogWrite(ENA_PIN, nilaiPWM);
28    return;
29  }
30
31  nilaiPWM = PWM CEPAT;
32  persenPWM = 100;
33  fanHidup = true;
34  statusKipas = 3;
35  analogWrite(ENA_PIN, nilaiPWM);
36 }

```

Gambar 15. Fungsi Hitung PWM

Kode di atas berfungsi untuk mengendalikan kipas otomatis berbasis PWM menggunakan sensor suhu DHT22. Jika suhu ruangan mikro yang terbaca oleh sensor berada pada rentang batas operasional, maka driver L298N akan memutar kipas berdasarkan kategori suhu menggunakan nilai PWM yang telah ditentukan lalu menampilkan status kecepatannya lewat layar LCD 16x2. Jika sensor mengalami kegagalan pembacaan, kipas langsung dimatikan secara otomatis. Sistem ini cocok untuk membuat sistem pengkondisian udara maket yang responsif, stabil, dan hemat daya [2], [8], [9].

3.3 Pengujian

Prosedur pengujian fungsionalitas sistem dilakukan menggunakan metode Black-Box Testing untuk mengamati respons langsung perangkat keras terhadap setiap kondisi derajat suhu input dari sensor DHT22 [4]. Selain mengukur keberhasilan fungsi logika, pengujian ini juga mencatat waktu jeda transien mekanis (mechanical response lag) yang dibutuhkan oleh dinamo kipas DC untuk merespons tegangan

mula dari modul L298N [10]. Hasil data matriks pengujian disajikan pada Tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Hasil pengujian

Pengujian	Suhu Input (°C)	Kelembapan (%)	Nilai PWM Nyata	Delay Respon Mekanis (ms)
Pengujian 1	<30° (Suhu Normal)	70%	0	0
Pengujian 2	30°C (Ambang Bawah)	65%	145	124
Pengujian 3	33°C (Suhu Sedang)	60%	165	38
Pengujian 4	>36°C (Suhu Panas)	55%	180	25
Pengujian 5	Kabel Data Lepas / Error	-	0	12

Tabel 4. Hasil pengujian

Pengujian	Kondisi Mekanis Baling-baling Kipas	Gambar Hasil Pengujian
Pengujian 1	Diam / Berhenti Total	
Pengujian 2	Berputar Pelan	
Pengujian 3	Kecepatan Putaran Meningkat Bertahap	
Pengujian 4	Berputar Kencang (Batas Maksimal Hemat Daya)	
Pengujian 5	Kipas Mati Otomatis (safety cut-off)	

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem kendali kipas otomatis real-time berbasis suhu menggunakan Arduino Uno pada maket Rumah Joglo. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mengatur kecepatan kipas secara otomatis sesuai rentang suhu yang telah ditentukan serta bekerja dengan baik melalui mekanisme PWM dan fitur

fail-safe ketika terjadi kegagalan pembacaan sensor. Dengan demikian, tujuan penelitian telah berhasil dicapai. Sistem ini dapat diterapkan tidak hanya pada maket Rumah Joglo, tetapi juga pada rumah tinggal, gudang penyimpanan, perkantoran, ruang server, maupun ruangan lain yang memerlukan pengendalian suhu secara otomatis, serta berpotensi dikembangkan sebagai media peraga maupun sistem ventilasi cerdas pada berbagai aplikasi.

REFERENSI

- [1] A. P. Fernanda, A. Vegayanta, E. Yulianti, E. N. Herlina, dan R. Susanto, "Implementasi Pintu Otomatis Menggunakan Arduino Uno dan PIR Sensor pada Rumah Adat Sumatera Selatan," JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro), vol. 9, no. 2, pp. 35-43, 2024.
- [2] M. S. Shidiq, D. P. Asoka, D. W. N. Hidayat, A. Z. Safira, dan R. Susanto, "Sistem Kunci Pintar Berbasis Arduino dan RFID Pada Replika Rumah Adat Honai," dalam Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB), Universitas Duta Bangsa Surakarta, 2025, pp. 1021-1027.
- [3] R. Susanto, A. I. Pradana, dan M. Q. A. Setiawan, "Rancang Bangun Pengendalian Lampu Otomatis Berbasis Arduino UNO Sebagai Alat Peraga Rangkaian Seri Paralel Pembelajaran IPA," JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro), vol. 3, no. 1, pp. 7-16, 2018.
- [4] R. B. Perdana, A. Syafrudin, dan Pramono, "Prototype Penerapan Sistem Kendali Pada Kipas Angin Otomatis Berbasis Arduino Dengan Sensor PIR dan Sensor DHT11," dalam Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB), Universitas Duta Bangsa Surakarta, 2024, pp. 328-334.
- [5] E. Prasetyo, "Sistem Monitoring Suhu Ruangan Berbasis Arduino Uno dan Sensor DHT11," Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI, vol. 4, no. 1, pp. 30-35, 2018.
- [6] F. T. Sastra dan I. G. P. M. E. Putra, "Sistem Kendali Kecepatan Motor DC Menggunakan Driver L298N Berbasis Arduino Uno," Jurnal Teknologi Elektro, vol. 18, no. 2, pp. 85-91, 2019.
- [7] A. S. R. M. Sinaga, "Implementasi Pulse Width Modulation (PWM) Sebagai Pengatur Kecepatan Motor DC Menggunakan Mikrokontroler Arduino," Jurnal TIMES, vol. 7, no. 1, pp. 22-28, 2018.
- [8] D. J. Rahmansyah, R. Toyib, dan M. S. Sembiring, "Sistem Pengendali Suhu dan Kelembaban Ruangan Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor DHT11 dan Kipas DC," Jurnal Media Infotama, vol. 16, no. 1, pp. 45-52, 2020.
- [9] M. Syahwil, Panduan Mudah Belajar Arduino Uno. Yogyakarta: Andi Offset, 2016.
- [10] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktawati, I. Fahrurrozi, dan H. Prisyanti, "Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar," Jurnal Fisika dan Aplikasinya, vol. 16, no. 1, pp. 40-45, 2020.