

Analisis Komparatif Mikrokontroler Arduino Uno dan ESP32 pada Aplikasi IoT

Lisa Septi Mugi Rahayu ¹, Fahmi Fachri ²

¹²Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen, Jl. Kusuma No. 75, Kelurahan Jatisari, Kec. Kebumen, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah 54316.

¹lisasepti2201@gmail.com,

²fahmifachriumnu@gmail.com

* Penulis : Lisa Septi Mugi Rahayu

Abstract: *The Arduino Uno R4 WiFi and ESP32 are microcontrollers widely used in Internet of Things (IoT) systems; however, they possess distinct characteristics, necessitating a comparative analysis to guide their selection. This study aims to compare the two microcontrollers based on performance, power consumption, connectivity, ease of use, and system stability. The methodology employed a Systematic Literature Review (SLR) of ten articles to analyze performance and power consumption, alongside a user survey utilizing a Likert scale, with the data analyzed descriptively. The results indicate that the ESP32 outperforms the Arduino Uno R4 WiFi in terms of performance and power consumption. Meanwhile, survey results show that connectivity (3.87), ease of use (3.90), and system stability (3.45) all fall within the "good" category. Consequently, the ESP32 is better suited for applications requiring high performance and energy efficiency, whereas the Arduino Uno R4 WiFi is more appropriate for IoT development where ease of implementation is the priority.*

Keywords: *Internet of Things (IoT); Arduino Uno R4 WiFi; ESP32; Systematic Literature Review; user survey; comparative analysis.*

Abstrak: Arduino Uno R4 WiFi dan ESP32 merupakan mikrokontroler yang banyak digunakan pada sistem *Internet of Things (IoT)*, namun memiliki karakteristik yang berbeda sehingga diperlukan analisis komparatif untuk mendukung pemilihannya. Penelitian ini bertujuan membandingkan kedua mikrokontroler berdasarkan aspek performa, konsumsi daya, konektivitas, kemudahan penggunaan, dan stabilitas sistem. Metode yang digunakan adalah *Systematic Literature Review (SLR)* terhadap sepuluh artikel untuk menganalisis performa dan konsumsi daya, serta survei pengguna menggunakan kuesioner skala Likert yang dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ESP32 lebih unggul pada aspek performa dan konsumsi daya. Sementara itu, hasil survei menunjukkan bahwa konektivitas (3,87), kemudahan penggunaan (3,90), dan stabilitas sistem (3,45) berada pada kategori baik. Dengan demikian, ESP32 lebih sesuai untuk aplikasi yang membutuhkan performa tinggi dan efisiensi energi, sedangkan Arduino Uno R4 WiFi lebih sesuai untuk pengembangan IoT yang mengutamakan kemudahan implementasi.

Kata kunci: Internet of Things (IoT); Arduino Uno R4 WiFi; ESP32; *Systematic Literature Review*; survei pengguna; analisis komparatif.

1. Pendahuluan

Perkembangan *Internet of Things (IoT)* telah mendorong penerapan sistem cerdas pada berbagai bidang, seperti industri, pertanian, kesehatan, dan *smart home*. Teknologi IoT memungkinkan perangkat saling terhubung melalui jaringan internet untuk bertukar data secara *real-time*, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pemantauan maupun pengendalian sistem [1]. Dalam implementasinya, mikrokontroler berperan sebagai pusat kendali yang menghubungkan sensor, aktuator, dan media komunikasi agar sistem dapat bekerja secara terintegrasi [2].

Arduino Uno dan ESP32 merupakan dua mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi IoT. Arduino Uno dikenal mudah diprogram, memiliki dokumentasi yang lengkap, serta didukung komunitas pengguna yang luas. Sementara itu,

Diterima: 10 Juli 2026

Direvisi: 14 Juli 2026

Diterima: 15 Juli 2026

Diterbitkan: 15 Juli 2026

Versi sekarang: Juli 2026



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan
publikasi akses terbuka
berdasarkan syarat dan ketentuan
lisensi Creative Commons
Attribution (CC BY SA) (
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

ESP32 menawarkan performa yang lebih tinggi dengan dukungan Wi-Fi dan Bluetooth bawaan sehingga lebih sesuai untuk aplikasi yang memerlukan komunikasi data secara nirkabel ([3];[4])

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ESP32 memiliki keunggulan dalam aspek performa, akurasi, dan efisiensi konsumsi daya dibandingkan Arduino Uno [5][6]. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya hanya berfokus pada pengujian aspek teknis atau implementasi pada aplikasi tertentu. Penelitian yang mengombinasikan hasil studi literatur dengan persepsi pengguna untuk membandingkan kedua mikrokontroler berdasarkan beberapa parameter masih relatif terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan membandingkan Arduino Uno dan ESP32 pada aplikasi *Internet of Things (IoT)* menggunakan pendekatan deskriptif komparatif melalui studi literatur dan survei pengguna. Analisis dilakukan berdasarkan lima parameter, yaitu performa, konsumsi daya, konektivitas, kemudahan penggunaan, dan stabilitas sistem. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam menentukan mikrokontroler yang sesuai dengan kebutuhan pengembangan aplikasi *IoT*.

2. Kajian Pustaka

2.1. Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menghubungkan berbagai perangkat melalui internet agar dapat saling bertukar data secara otomatis. Sistem *IoT* terdiri dari sensor, mikrokontroler, jaringan komunikasi, serta platform penyimpanan data. Data yang diperoleh diproses dan dikirim secara real-time sehingga dapat digunakan untuk monitoring dan pengendalian otomatis[1].

2.2. Mikrokontroler pada Sistem IoT

Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat kendali pada sistem *IoT* yang bertugas membaca data dari sensor, mengolah informasi, mengirimkan data, dan mengendalikan aktuator. Proses tersebut dilakukan secara berulang sehingga sistem dapat bekerja secara otomatis dan real-time [2][7].

2.3. Arduino Uno dan ESP32

Arduino Uno merupakan mikrokontroler yang banyak digunakan pada pengembangan *Internet of Things (IoT)* karena mudah diprogram, memiliki dokumentasi yang lengkap, dan didukung komunitas pengguna yang luas sehingga sesuai untuk pembelajaran maupun pengembangan *prototipe* [7].

ESP32 merupakan mikrokontroler 32-bit dengan dukungan *Wi-Fi* dan *Bluetooth* terintegrasi yang menawarkan performa pemrosesan dan konektivitas lebih tinggi dibandingkan Arduino Uno. Oleh karena itu, ESP32 lebih sesuai untuk aplikasi *IoT* yang membutuhkan kinerja tinggi, sedangkan Arduino Uno lebih unggul dari sisi kemudahan implementasi [8];[4].

2.4. Systematic Literature Review (SLR)

Systematic Literature Review (SLR) adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengidentifikasi, menyeleksi, mengevaluasi, dan mensintesis berbagai penelitian terdahulu secara sistematis. Pendekatan ini membantu menghasilkan kajian yang lebih objektif, mengurangi potensi bias, serta memudahkan peneliti dalam menemukan kesenjangan penelitian yang masih dapat dikembangkan [9].

2.5. Skala Likert dan Parameter Perbandingan

Skala Likert digunakan untuk mengukur persepsi responden terhadap aspek konektivitas, kemudahan penggunaan, dan stabilitas sistem. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk mengetahui kecenderungan jawaban responden berdasarkan nilai rata-rata. Penelitian ini membandingkan Arduino Uno dan

ESP32 menggunakan lima parameter utama, yaitu performa, konsumsi daya, konektivitas, kemudahan penggunaan, dan stabilitas sistem sebagai dasar dalam mengevaluasi karakteristik kedua mikrokontroler [10];[11];[3].

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

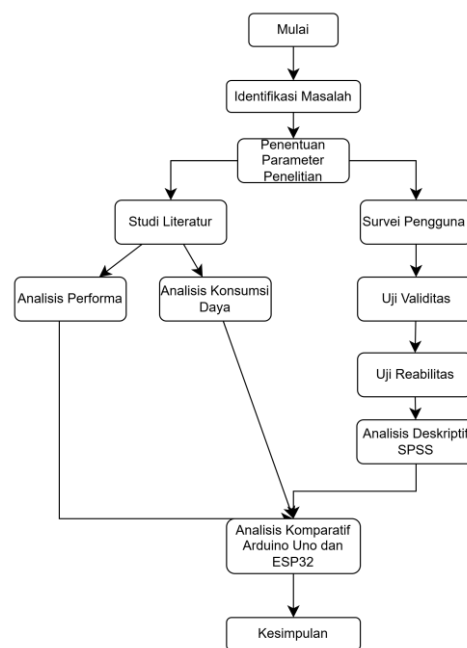
No	Referensi	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian Ini
1	[5]	Perbandingan Kinerja Arduino Uno dan ESP32 Terhadap Pengukuran Arus dan Tegangan	ESP32 memiliki akurasi lebih baik daripada Arduino Uno.	Membandingkan akurasi sensor, bukan Arduino Uno R4 WiFi dan ESP32 secara menyeluruh.
2	[7]	Implementasi <i>Analytical Hierarchy Process</i> dalam Pemilihan Arduino Board	ESP32 menjadi board dengan prioritas tertinggi.	Menggunakan metode AHP, bukan studi literatur komparatif.
3	[3]	Identifikasi dan Pemilihan Mikrokontroler untuk Project IoT	Menyusun panduan pemilihan mikrokontroler IoT.	Berfokus pada identifikasi, bukan perbandingan dua mikrokontroler.
4	[12]	Studi Komparatif Mikrokontroler AVR, PIC, dan ARM	ARM memiliki performa terbaik untuk IoT.	Membandingkan arsitektur, bukan Arduino Uno R4 WiFi dan ESP32.
5	[2]	Peran Mikrokontroler dalam Pengembangan Aplikasi IoT	ESP32 unggul dalam efisiensi daya dan konektivitas.	Mengkaji konsep, bukan analisis komparatif.
6	[13]	Framework IoT Menggunakan Arduino Uno R4 WiFi	Arduino Uno R4 WiFi memiliki latensi rendah dan sinkronisasi cloud yang stabil.	Hanya menguji Arduino Uno R4 WiFi.

N o	Referensi	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian Ini
7	[14]	IoT-Based Fire Detection System Using Arduino Uno R4 WiFi	Sistem mendeteksi kebakaran secara real-time.	Berfokus pada implementasi aplikasi.
8	[6]	Analisis Komparatif Konsumsi Daya Baterai pada Perangkat IoT	ESP32 memiliki konsumsi daya yang efisien.	Hanya membahas konsumsi daya ESP32.
9	[8]	Studi Kinerja Transmisi Data Menggunakan ESP32 dan Raspberry Pi Pico	ESP32 menunjukkan transmisi data yang stabil.	Membandingkan ESP32 dengan Raspberry Pi Pico.
10	[15]	IoT-Enabled Air Conditioning Real-time Monitoring: An Arduino Uno R4 Approach	Arduino Uno R4 mampu melakukan monitoring secara real-time.	Hanya mengimplementasikan Arduino Uno R4 WiFi.

3. Metode Penelitian

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif komparatif dengan menggabungkan studi literatur dan survei pengguna. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik Arduino Uno dan ESP32 dari berbagai publikasi ilmiah, sedangkan survei dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada pengguna yang pernah menggunakan kedua mikrokontroler. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan karakteristik keduanya berdasarkan parameter penelitian. Desain penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Desain Penelitian

3.2. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah individu yang memiliki pengalaman menggunakan Arduino Uno atau ESP32 pada pembelajaran, penelitian, maupun pengembangan proyek *Internet of Things (IoT)*. Responden berasal dari berbagai perguruan tinggi dan latar belakang yang memenuhi kriteria penelitian. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*, yaitu pemilihan responden berdasarkan kriteria tertentu sesuai dengan tujuan penelitian. Berdasarkan teknik tersebut, diperoleh sebanyak 59 responden yang memenuhi kriteria dan digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini.

3.3. Variabel Penelitian

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian

Variabel	Sumber Data	Teknik Analisis
Performa	Studi literatur	Analisis komparatif
Konsumsi daya	Studi literatur	Analisis komparatif
Konektivitas	Studi literatur dan survei	Statistik deskriptif
Kemudahan penggunaan	Survei	Statistik deskriptif
Stabilitas sistem	Survei	Statistik deskriptif

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan menggunakan *IBM SPSS Statistics*. Sebelum proses analisis, instrumen penelitian terlebih dahulu diuji melalui uji validitas dan uji reliabilitas untuk memastikan bahwa kuesioner layak digunakan sebagai instrumen pengumpulan data. Selanjutnya, data hasil survei dianalisis menggunakan statistik deskriptif yang meliputi distribusi frekuensi, persentase, nilai rata-rata (*mean*), dan standar deviasi. Hasil analisis tersebut kemudian diintegrasikan dengan hasil studi literatur untuk membandingkan karakteristik Arduino Uno dan ESP32 berdasarkan aspek performa, konsumsi daya, konektivitas, kemudahan penggunaan, dan stabilitas sistem.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Seleksi Literatur

Studi literatur dilakukan melalui proses seleksi artikel ilmiah yang diterbitkan pada periode 2022–2026 dan memiliki Digital Object Identifier (DOI). Artikel yang dipilih membahas implementasi Arduino Uno maupun ESP32 pada berbagai aplikasi Internet of Things (IoT) dengan fokus pada aspek performa dan konsumsi daya. Berdasarkan proses seleksi, diperoleh sepuluh artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan selanjutnya disintesis untuk mengidentifikasi karakteristik, keunggulan, serta keterbatasan kedua mikrokontroler sebagai dasar perbandingan dengan hasil survei pada penelitian ini.

Tabel 4. 1 Hasil Seleksi Literatur

No	Referensi	Mikrokontroler	Parameter	Temuan Utama
1	[15]	Arduino Uno R4	Performa, Konsumsi Daya	Arduino Uno R4 mampu melakukan monitoring suhu, kelembapan, arus, tegangan, dan daya listrik secara <i>real-time</i> dengan performa sistem yang baik.
2	[16]	Arduino Uno & ESP32	Performa	ESP32 menunjukkan akurasi pembacaan sensor, stabilitas, dan <i>response time</i> yang lebih baik dibandingkan Arduino Uno.
3	[17]	Arduino Uno R4 WiFi	Performa	Arduino Uno R4 WiFi mampu mempertahankan komunikasi MQTT secara stabil dengan

No	Referensi	Mikrokontroler	Parameter	Temuan Utama
				akurasi pembacaan sensor yang baik.
4	[18]	ESP32	Performa, Konsumsi Daya	ESP32 mampu melakukan monitoring konsumsi energi listrik secara <i>real-time</i> dengan akurasi, stabilitas, dan reliabilitas sistem yang baik.
5	[19]	ESP32	Performa, Konsumsi Daya	ESP32 memiliki respons sistem yang lebih cepat, namun konsumsi dayanya lebih tinggi dibandingkan Raspberry Pi Pico W.
6	[20]	ESP32	Konsumsi Daya	ESP32 memiliki efisiensi konsumsi daya yang baik, terutama pada mode <i>deep sleep</i> , sehingga sesuai untuk aplikasi IoT berdaya rendah.
7	[21]	ESP32	Performa	Bahasa pemrograman memengaruhi waktu eksekusi dan penggunaan memori ESP32, dengan C/C++ memberikan performa terbaik.
8	[22]	ESP32	Performa, Konektivitas, Kemudahan Penggunaan	ESP32 memiliki performa yang baik, mendukung Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi, serta mudah dikembangkan untuk berbagai aplikasi IoT.

No	Referensi	Mikrokontroler	Parameter	Temuan Utama
9	[23]	Arduino Uno	Performa	Arduino Uno mampu menjalankan sistem smart greenhouse berbasis IoT secara stabil untuk pemantauan suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya secara <i>real-time</i> .
10	[24]	Arduino Mega & ESP32	Performa, Konektivitas	Sistem berbasis Arduino Mega dan ESP32 mampu melakukan monitoring suhu dan kelembapan secara real-time dengan komunikasi data yang stabil.

4.2. Analisis Performa Berdasarkan Studi Literatur

Tabel 4. 2 Analisis Performa Berdasarkan Studi Literatur

Penulis	Mikrokontroler	Temuan
[15]	Arduino Uno R4	Monitoring <i>real-time</i> berjalan dengan baik.
[16]	Arduino Uno & ESP32	ESP32 memiliki akurasi, stabilitas, dan respons yang lebih baik.
[25]	Arduino Uno R4 WiFi	Komunikasi MQTT berjalan stabil dengan pembacaan sensor yang akurat.
[18]	ESP32	Monitoring <i>real-time</i> berlangsung akurat dan stabil.
[19]	ESP32	Memiliki respons sistem yang cepat.
[21]	ESP32	C/C++ memberikan performa terbaik pada ESP32.
[22]	ESP32	ESP32 memiliki performa tinggi untuk aplikasi IoT.
[23]	Arduino Uno	Arduino Uno mampu menjalankan sistem IoT secara stabil untuk pemantauan lingkungan.

Penulis	Mikrokontroler	Temuan
[24]	Arduino Mega & ESP32	Monitoring <i>real-time</i> berjalan dengan baik dan stabil.

Berdasarkan Tabel 4.2, hasil studi literatur menunjukkan bahwa ESP32 umumnya memiliki performa lebih baik dibandingkan Arduino Uno, terutama dalam kecepatan pemrosesan, akurasi sensor, dan respons sistem. Sementara itu, Arduino Uno tetap mampu memberikan kinerja yang stabil pada berbagai aplikasi IoT, khususnya untuk monitoring *real-time*. Dengan demikian, ESP32 lebih sesuai untuk aplikasi yang memerlukan pemrosesan cepat, sedangkan Arduino Uno lebih cocok untuk aplikasi dengan kebutuhan pemrosesan yang sederhana dan stabil.

4.3. Hasil Analisis Konsumsi Daya Berdasarkan Studi Literatur

Tabel 4. 3 Hasil Analisis Konsumsi Daya Berdasarkan Studi Literatur

Referensi	Mikrokontroler	Temuan
[15]	Arduino Uno R4	Konsumsi daya mendukung monitoring yang stabil.
[18]	ESP32	Konsumsi daya efisien dengan kinerja yang baik.
[19]	ESP32	Konsumsi daya lebih tinggi saat sistem aktif.
[20]	ESP32	Mode <i>deep sleep</i> membuat konsumsi daya lebih hemat.
[26]	ESP32	Konsumsi daya dipengaruhi protokol komunikasi yang digunakan.

Berdasarkan Tabel 4.3, ESP32 menunjukkan karakteristik konsumsi daya yang dipengaruhi oleh mode operasi dan protokol komunikasi yang digunakan. Penggunaan mode *deep sleep* mampu meningkatkan efisiensi energi sehingga ESP32 sesuai untuk perangkat IoT berbasis baterai. Namun, pada kondisi aktif konsumsi daya ESP32 dapat lebih tinggi dibandingkan mikrokontroler lain. Sementara itu, Arduino Uno menunjukkan konsumsi daya yang stabil selama proses monitoring sehingga tetap layak digunakan pada aplikasi IoT yang menggunakan sumber daya tetap. Secara keseluruhan, ESP32 lebih unggul pada aspek efisiensi energi, sedangkan Arduino Uno lebih menonjol pada kestabilan operasional.

4.4. Hasil Pengujian Instrumen

4.4.1. Uji Validitas

Tabel 4. 4 Uji Validitas

Variabel	Item	r hitung	Keterangan
Konektivitas	K1	0,743	Valid
	K2	0,769	Valid
	K3	0,825	Valid

Variabel	Item	r hitung	Keterangan
Kemudahan Penggunaan	KM1	0,712	Valid
	KM2	0,720	Valid
	KM3	0,844	Valid
	KM4	0,763	Valid
	KM5	0,719	Valid
Stabilitas Sistem	S1	0,841	Valid
	S2	0,783	Valid
	S3	0,856	Valid
	S4	0,859	Valid

Uji validitas dilakukan menggunakan korelasi Pearson Product Moment antara skor setiap butir pernyataan dengan skor total variabel. Instrumen dinyatakan valid apabila nilai r hitung lebih besar daripada r tabel (0,256) pada taraf signifikansi 5%.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh butir pernyataan memiliki nilai r hitung yang lebih besar daripada r tabel. Pada variabel konektivitas, nilai r hitung berkisar antara 0,743–0,825. Variabel kemudahan penggunaan memiliki nilai r hitung antara 0,712–0,844, sedangkan variabel stabilitas sistem memiliki nilai r hitung antara 0,783–0,859. Dengan demikian, seluruh butir pernyataan dinyatakan valid dan layak digunakan sebagai instrumen pengumpulan data pada penelitian ini.

4.4.2. Uji Reliabilitas

Tabel 4. 5 Uji Reliabilitas

Variabel	Jumlah Item	Cronbach's Alpha	Keterangan
Konektivitas	3	0,670	Reliabel
Kemudahan Penggunaan	5	0,805	Sangat reliabel
Stabilitas Sistem	4	0,855	Sangat reliabel

Uji reliabilitas dilakukan menggunakan metode *Cronbach's Alpha* untuk mengetahui tingkat konsistensi instrumen penelitian. Instrumen dinyatakan reliabel apabila memiliki nilai *Cronbach's Alpha* lebih besar dari 0,60.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa variabel konektivitas memperoleh nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,670, variabel kemudahan penggunaan sebesar 0,805, dan variabel stabilitas sistem sebesar 0,855. Seluruh nilai tersebut berada di atas batas minimum yang ditetapkan, sehingga dapat disimpulkan bahwa instrumen penelitian memiliki tingkat reliabilitas yang baik. Dengan demikian, kuesioner yang digunakan dinilai konsisten dan layak digunakan sebagai instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini.

4.5. Karakteristik Responden

Survei melibatkan 59 responden yang memiliki pengalaman menggunakan mikrokontroler pada pengembangan sistem *Internet of Things (IoT)*. Karakteristik responden dianalisis berdasarkan lama pengalaman menggunakan mikrokontroler, mikrokontroler yang pernah digunakan, serta mikrokontroler yang paling sering digunakan.

Tabel 4. 6 Karakteristik Responden

Karakteristik	Kategori	Jumlah (n)	Persentase (%)
Pengalaman menggunakan mikrokontroler	< 1 tahun	36	61,0
	1–3 tahun	18	30,5
	> 3 tahun	5	8,5
Mikrokontroler yang digunakan	Arduino Uno	22	37,3
	ESP32	16	27,1
	Arduino Uno dan ESP32	21	35,6

Karakteristik responden menunjukkan bahwa sebagian besar responden telah memiliki pengalaman menggunakan mikrokontroler dalam pengembangan aplikasi IoT. Selain itu, responden berasal dari pengguna Arduino Uno, ESP32, maupun responden yang telah menggunakan kedua jenis mikrokontroler sehingga diharapkan mampu memberikan penilaian yang objektif terhadap aspek yang diukur dalam penelitian.

4.6. Hasil Survei Pengguna

Survei pengguna dilakukan untuk mengetahui persepsi responden terhadap tiga aspek utama, yaitu konektivitas, kemudahan penggunaan, dan stabilitas sistem. Penilaian dilakukan menggunakan *skala Likert* lima tingkat, kemudian dianalisis secara deskriptif berdasarkan nilai rata-rata setiap variabel.

4.6.1. Konektivitas

Tabel 4. 7 Konektifitas

Indikator	Mean	Kategori
Mikrokontroler mudah dihubungkan dengan jaringan nirkabel	4,10	Baik
Proses komunikasi data antara mikrokontroler dan perangkat lain berjalan dengan baik	3,85	Baik
Fitur konektivitas memenuhi kebutuhan proyek IoT	3,66	Baik
Rata-rata Variabel	3,87	Baik

Berdasarkan Tabel 4.7, indikator K1 memperoleh nilai rata-rata tertinggi sebesar 4,10. Hal ini menunjukkan bahwa responden menilai mikrokontroler relatif mudah dihubungkan dengan jaringan nirkabel. Sementara itu, indikator K3 memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,66,

yang menunjukkan bahwa fitur konektivitas masih memiliki ruang untuk pengembangan agar lebih sesuai dengan berbagai kebutuhan implementasi *IoT*. Secara keseluruhan, variabel konektivitas memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,87 dengan kategori baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan konektivitas mikrokontroler dinilai telah mampu mendukung proses komunikasi data pada aplikasi *Internet of Things*.

4.6.2. Kemudahan Pengguna

Tabel 4. 8 Kemudahan Pengguna

Indikator	Mean	Kategori
KM1. Mikrokontroler mudah dipelajari	3,83	Baik
KM2. Proses pemrograman mudah dipahami	3,93	Baik
KM3. Dokumentasi dan referensi mudah ditemukan	4,00	Baik
KM4. Instalasi perangkat lunak pendukung mudah dilakukan	4,05	Baik

Berdasarkan Tabel 6, indikator KM4 memperoleh nilai rata-rata tertinggi sebesar 4,05, sedangkan indikator KM5 memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,71. Hasil tersebut menunjukkan bahwa responden menilai proses instalasi perangkat lunak relatif mudah dilakukan, sementara proses integrasi dengan sensor atau modul lain masih memerlukan perhatian pada beberapa kondisi implementasi. Secara keseluruhan, variabel kemudahan penggunaan memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,90 dengan kategori baik. Temuan ini menunjukkan bahwa mikrokontroler dinilai mudah dipelajari, diprogram, serta didukung oleh dokumentasi yang memadai untuk pengembangan aplikasi *IoT*.

4.6.3. Stabilitas Sistem

Tabel 4. 9 Stabilitas Sistem

Indikator	Mean	Kategori
Mikrokontroler dapat beroperasi secara stabil dalam waktu yang lama	3,53	Baik
Mikrokontroler jarang mengalami kesalahan (error) saat digunakan	3,42	Baik
Koneksi jaringan tetap stabil selama pengoperasian	3,47	Baik
Mikrokontroler mampu bekerja secara konsisten meskipun digunakan terus-menerus	3,36	Baik
Rata-rata Variabel	3,45	Baik

Berdasarkan Tabel 4.9, indikator S1 memperoleh nilai rata-rata tertinggi sebesar 3,53, sedangkan indikator S4 memperoleh nilai rata-rata terendah sebesar 3,36. Hasil tersebut menunjukkan bahwa responden menilai mikrokontroler memiliki tingkat stabilitas sistem yang baik dalam mendukung implementasi *Internet of Things*. Meskipun demikian, konsistensi kinerja selama penggunaan secara terus-menerus masih menjadi aspek yang dapat ditingkatkan. Secara keseluruhan, variabel stabilitas sistem memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,45 dengan kategori baik.

4.7. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan karakteristik antara Arduino Uno dan ESP32 berdasarkan studi literatur dan survei pengguna. Studi literatur menunjukkan bahwa ESP32 lebih unggul pada aspek performa dan efisiensi konsumsi daya, sedangkan Arduino Uno memiliki performa yang stabil untuk aplikasi *IoT* dengan kebutuhan pemrosesan sederhana.

Hasil survei menunjukkan bahwa konektivitas (3,87), kemudahan penggunaan (3,90), dan stabilitas sistem (3,45) berada pada kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa kedua mikrokontroler dinilai mampu mendukung pengembangan aplikasi *IoT*.

Secara keseluruhan, ESP32 lebih sesuai untuk aplikasi yang membutuhkan performa tinggi dan efisiensi energi, sedangkan Arduino Uno lebih tepat digunakan pada aplikasi yang mengutamakan kemudahan penggunaan dan kestabilan sistem.

5. Perbandingan

Penelitian ini melengkapi penelitian terdahulu yang umumnya hanya berfokus pada implementasi mikrokontroler atau aspek teknis tertentu, seperti performa dan konsumsi daya. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini menggabungkan hasil studi literatur dan survei pengguna sehingga menghasilkan analisis yang lebih komprehensif.

Hasil studi literatur menunjukkan bahwa ESP32 memiliki keunggulan pada aspek performa dan efisiensi konsumsi daya, sedangkan Arduino Uno menawarkan performa yang stabil pada berbagai aplikasi *IoT*. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian-penelitian terdahulu yang membandingkan karakteristik kedua mikrokontroler.

Selain itu, hasil survei menunjukkan bahwa aspek konektivitas, kemudahan penggunaan, dan stabilitas sistem memperoleh penilaian dalam kategori baik. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya membandingkan karakteristik teknis Arduino Uno dan ESP32 berdasarkan literatur, tetapi juga melengkapinya dengan persepsi pengguna, sehingga memberikan gambaran yang lebih menyeluruh sebagai dasar pemilihan mikrokontroler pada implementasi *Internet of Things (IoT)*.

6. Kesimpulan

Penelitian ini menganalisis perbandingan karakteristik Arduino Uno dan ESP32 pada aplikasi *Internet of Things (IoT)* menggunakan metode deskriptif komparatif yang memadukan studi literatur dan survei pengguna. Berdasarkan hasil studi literatur, ESP32 memiliki keunggulan pada aspek performa dan efisiensi konsumsi daya, sedangkan Arduino Uno menunjukkan kinerja yang stabil pada berbagai implementasi *IoT*.

Hasil survei menunjukkan bahwa aspek konektivitas memperoleh nilai rata-rata 3,87, kemudahan penggunaan 3,90, dan stabilitas sistem 3,45, yang seluruhnya termasuk dalam kategori baik. Temuan ini menunjukkan bahwa kedua mikrokontroler dinilai mampu mendukung pengembangan sistem *IoT*.

Secara umum, ESP32 lebih direkomendasikan untuk aplikasi yang membutuhkan performa tinggi dan efisiensi energi, sedangkan Arduino Uno lebih sesuai untuk aplikasi yang mengutamakan kemudahan penggunaan dan kestabilan sistem.

Ucapan Terima Kasih:

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen atas dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak **Fahmi Fachri, S.M., M.Kom.** selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya. Terima kasih kepada keluarga dan teman-teman atas doa, dukungan, serta motivasi sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

Sebagai penutup, penulis juga mengapresiasi diri sendiri atas usaha, ketekunan dan komitmen dalam menyelesaikan penelitian ini hingga akhir. Semoga hasil yang dicapai dapat memberikan manfaat dan menjadi langkah awal untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Referensi

- [1] O. Ali, M. K. Ishak, M. K. L. Bhatti, I. Khan, and K. Il Kim, "A Comprehensive Review of Internet of Things: Technology Stack, Middlewares, and Fog/Edge Computing Interface," *Sensors*, vol. 22, no. 3, pp. 1–43, 2022, doi: 10.3390/s22030995.
- [2] M. S. Gitakarma, K. U. Ariawan, and , I G M Surya Bumi Pracasitaram, "Peran Mikrokontroler Dalam Pengembangan Aplikasi IoT : Tinjauan Konseptual Dan Implementasi," *J. Komput. dan Teknol. Sains*, vol. 3, no. 2, pp. 18–24, 2024.
- [3] D. Feriyanto, V. M. Tandayu, Y. Afrida, N. Aminudin, and Ratnasari, "IDENTIFIKASI DAN PEMILIHAN MIKROKONTROLER UNTUK PROJECT INTERNET OF THINGS (IOT) Dwi," *Aisyah J. Informatics Electr. Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 22–29, 2025.
- [4] M. S. Gupte, "Evaluating Microcontrollers for Embedded and IoT Applications: Criteria, Trade-offs, and Selection Framework," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 13, no. 7, pp. 655–660, 2025, doi: 10.22214/ijraset.2025.73057.
- [5] P. A. W. Widyatmika, N. P. A. W. Indrawati, W. W. A. Prastya, K. Darminta, G. N. Sangka, and A. A. N. G. Sapteka, "Perbandingan Kinerja Arduino Uno dan ESP32 Terhadap Pengukuran Arus dan Tegangan," *J. Otomasi, Kontrol Instrumentasi*, vol. 13, no. 1, pp. 37–45, 2021.
- [6] R. Mirza and K. Khairuni, "Analisis Komparatif Konsumsi Daya Baterai pada Perangkat IoT Menggunakan Protokol Komunikasi MQTT dan HTTP," *J. Sains dan Teknol. 4.0*, vol. 2, no. 2, pp. 1–4, 2025.
- [7] K. Ramanda, S. Susanto, and A. Rusman, "Implementasi Analytical Hierarchy Process Dalam Pemilihan Arduino Board," *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 10, no. 1, pp. 99–105, 2021, doi: 10.32736/sisfokom.v10i1.1034.
- [8] A. Fahmi and Indra Kurniawan, "Studi Kinerja Transmisi Data Menggunakan ESP32 dan Raspberry Pi Pico Berbasis Simulasi Wokwi," *J. Zetroem*, vol. 7, no. 1, pp. 80–87, 2025, doi: 10.36526/ztr.v7i1.5102.
- [9] D. Priharsari, "Systematic Literature Review: Sugar-Sweetened Beverage Consumption," vol. 9, no. 2, pp. 263–268, 2022, doi: 10.25126/jtiik.202293884.
- [10] B. Simamora, "Skala Likert, Bias Penggunaan dan Jalan Keluarnya," *J. Manaj.*, vol. 12, no. 1, pp. 84–93, 2022, doi: 10.46806/jman.v12i1.978.
- [11] A. Salsabila and R. Rukli, "Analisis Deskriptif Learning Analytics Dalam Menilai Tingkat Literasi Digital Siswa Sekolah Dasar," *J-CEKI J. Cendekia Ilm.*, vol. 4, no. 6, pp. 563–577, 2025.

- [12] R. S. Siregar, R. F. Panjaitan, R. W. Afni Dwi Pertiwi, A. D. Pertiwi, and D. Apdillah, "Studi Komparatif Mikrokontroler Avr, Pic, Dan Arm Dalam Aplikasi Iot Berdasarkan Literatur 2019–2024," *J. Komput. dan Teknol.*, vol. 4, no. 2, pp. 168–175, 2025, doi: 10.64626/jukomtek.v4i2.460.
- [13] A. P. J. Permana and B. C. P. Mbulu, "Framework IoT untuk Pemantauan dan Manajemen Pembangkit Hybrid Energi Terbarukan Menggunakan Arduino Uno R4 WiFi," *J. Mnemon.*, vol. 8, no. 2, pp. 233–238, 2025.
- [14] R. K. Dewi, I. Fadhliansyah, R. Ma, D. Setyawan, and D. Ar-raiyyan, "IoT-Based Fire Detection System Using a Flame Detector and Arduino Uno R4 Wi-Fi," vol. 17, no. 2, pp. 70–75, 2025.
- [15] I. G. A. Negara and D. S. Anakottapary, *IoT-Enabled Air Conditioning Real-time Monitoring : An Arduino Uno R4 Approach for Indoor Temperature , Humidity , and Electrical Characteristics*, vol. 2024. Atlantis Press International BV, 2024. doi: 10.2991/978-94-6463-587-4.
- [16] A. Rahman, "Comparative Analysis of Sensor Reading Accuracy Between Arduino and ESP32 Microcontrollers for TDS Sensor Measurements," vol. 7, no. 2, pp. 360–369, 2026, doi: 10.37251/isej.v7i2.2771.
- [17] W. T. Saputra *et al.*, "IoT-MQTT Protocol-Based Water Sensor System to Monitor Citarum River Water Quality Using Arduino Uno R4 WiFi," *J. ELTIKOM J. Tek. Elektro, Teknol. Inf. dan Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 11–22, 2025, doi: 10.31961/eltikom.v9i1.1335.
- [18] C. A. Rizki, N. Khairuniza, and M. Habibah, "Implementasi Sistem Pemantauan Daya Listrik Real-Time Berbasis ESP32 untuk Optimasi Energi," vol. 1, no. 2, pp. 71–77, 2025.
- [19] S. Supriyanto and S. U. Anggono, "Comparative Analysis of Power Consumption and Real-Time Performance Between Esp32 and Raspberry Pi Pico W in Iot-Based Temperature Monitoring Systems," *J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 16, no. 1, pp. 176–182, 2025, doi: 10.51903/jtikp.v16i1.1147.
- [20] G. P. N. Hakim, M. H. I. Hajar, A. Firdausi, and E. Ramadhan, "Benchmarking In Microcontroller Development Board Power Consumption For Low Power Iot Wsn Application," *J. Teknol. Elektro*, vol. 13, no. 1, p. 25, 2022, doi: 10.22441/jte.2022.v13i1.005.
- [21] I. Plauska, A. Liutkevičius, and A. Janavičiūtė, "Performance Evaluation of C/C++, MicroPython, Rust and TinyGo Programming Languages on ESP32 Microcontroller," *Electron.*, vol. 12, no. 1, 2023, doi: 10.3390/electronics12010143.
- [22] D. Hercog, T. Lerher, M. Truntič, and O. Težak, "Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices," *Sensors*, vol. 23, no. 15, 2023, doi: 10.3390/s23156739.
- [23] M. M. Natonis *et al.*, "Smart Greenhouse Design Based Internet of Things (IoT) With Microcontroller Arduino Uno," vol. 16, no. 1, pp. 35–44, 2023.
- [24] P. E. Broto, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Portable Berbasis IoT menggunakan Arduino Mega dan ESP32 Portable IoT-Based Temperature and Humidity Monitoring System using Arduino Mega and ESP32," vol. 8, pp. 1–6, 2023.
- [25] W. T. Saputra, E. C. Prima, M. Cahyana, B. Fajar, Y. Amadudin, and R. M. Ashidiq, "Iot-mqtt protocol-based water

sensor system to monitor citarum river water quality using arduino uno r4 wifi,” vol. 9, no. 1, pp. 11–22, 2025.

- [26] M. Walid and A. Susanto, “Penyiraman Otomatis Menggunakan Arduino Uno pada Tanaman Greenhouse MA. Nurul Khoiroh,” *J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 11–20, 2024, doi: 10.54082/jiki.121.