

# JURNAL ELEKTRO

**Implementasi IoT pada Sistem Parkir Pintar Berbasis ESP32 dengan Monitoring *Real-Time ThingSpeak*.**

Oleh: Yosafat Exel Osdela Gutomo, Lukman Aditya, Nurhabibah Naibaho

**Analisis Sistem Proteksi Penangkal Petir Eksternal Dengan Metode Sudut Pada Gedung Bertingkat.**

Oleh: Nurhabibah Naibaho, Aditya Farhanuddin

**Pemanfaatan Sistem Monitoring Berbasis IoT Dan Sensor Cerdas Untuk Restorasi Ekosistem.**

Oleh: Sri Hartanto.

**Monitoring dan Analisis QoS Jaringan Wireless LAN di Gedung Harni Koesno: Studi Kasus Dengan Wireshark dan Thiphone.**

Oleh: Slamet Purwo S, Ahmad Tajuddin.

**Rancang Bangun Sistem Moitoring Pada Motor Induksi 3 Fasa.**

Oleh: Den Anjar Nuri Al Hady, Ujang Wiharja.

**Analisis Penggunaan Selenoid 24 VDC Pada Jalur Masuk Membran Terhadap Sistem Kerja Dispenser RO Magna.**

Oleh: Teten Dian Hakim, Raihan Zakih.

**Rancang Bangun Monitoring Daya, Suhu, dan Getaran Terhadap Kecepatan Motor 1 Fasa Berbasis Internet of Things.**

Oleh: Abdul Kodir Albahar, Nur Muhamad Veriantama

**Rancang Bangun Sistem Kontrol Modutrol Valve Menggunakan Sensor Suhu untuk Efisiensi Steam di PT Prakarsa Alam Segar.**

Oleh: Zansel Yunison, Nurhabibah Naibaho, Bayu Kusumo

**Penerbit**

**UNIVERSITAS KRISNADWIPAYANA**

**(Dikelola oleh FT Prodi Teknik Elektro)**

## SUSUNAN DEWAN REDAKSI

### Penanggung Jawab

Ir. Sukadi, ST., MT.

(Dekan Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana )

### Penasehat

Ir. Sutaryo, M.Si. (P2M FT. UNKRIS)

### Pemimpin Redaksi

Lukman Aditya, ST., MT.

### Tim Redaksi

Lukman Aditya, ST., MT.

Bayu Kusumo, ST., MT.

Syah Alam, Spd., MT.

Heru Abrianto, ST., MT.

Akhmad Mustafa, ST., MT

Dr. Yohanes Galih Adhiyoga S.Pd., MT

### Penyunting Ahli

Dr. Teguh Firmansyah, ST,MT (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten-Indonesia)

Dr. I Gede Dharma Nugraha, ST, MT. (Universitas Indonesia, Depok-Indonesia)

Dr. Ali Khumaidi, S.Kom, M.Kom (Universitas Bina Insani)

Dr. Ir. Hartono Siswono, MT (Universitas Gunadarma, Depok-Indonesia)

Iwan Tutuka Pambudi, Ph.D ( Institut Teknologi PLN, Jakarta - Indonesia)

Dr. Eng. Ir. M. Fauzan Edy Purnomo MT (Universitas Brawijaya-Malang-Indonesia)

### Kesekretariatan

Slamet Purwo S, ST., MT.

### ALAMAT PENERBIT

Universitas Krisnadwipayana

Jl. Kampus UNKRIS Jatiwaringin, Jakarta 13077

Gedung G (Fakultas Teknik) Lantai 2 Ruang Seketariat Prodi Teknik Elektro

Telepon: .021-84998529

E-Mail: elektro@unkris.ac.id

### PENGANTAR REDAKSI

Bismillahir rahmanir rahiim.

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala karena dengan pertolongan-Nya, Jurnal Ilmiah Jurnal Elektro akhirnya dapat terbit. Dengan hadirnya Jurnal Elektro, diharapkan semua tulisan ilmiah yang berkaitan dengan bidang keilmuan Elektro dapat dipublikasikan secara luas, baik di kalangan ilmuwan Elektro, maupun masyarakat pada umumnya. Selanjutnya, dengan hadirnya Jurnal Elektro dapat menjadi sarana publikasi bagi tulisan-tulisan ilmiah yang dihasilkan oleh civitas akademisi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana, baik Dosen maupun Mahasiswa yang telah menyelesaikan penyusunan skripsinya.

Jurnal Elektro menerima tulisan ilmiah berupa hasil-hasil penelitian, dan atau kajian ilmiah yang menjelaskan konsep keilmuan dan ide-ide baru mengenai bidang keilmuan teknik elektro dengan subbidangnya seperti teknik energi listrik, teknik telekomunikasi, teknik kontrol, teknik elektronika dan instrumentasi, teknik komputer dan teknik informasi multimedia.

Demikianlah prakata dari redaksi, semoga Jurnal Ilmiah Elektro dapat bermanfaat dan dapat ikut serta berperan dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang elektro.

Wassalam,

Redaksi

### KETENTUAN PENULISAN

1. Tulisan ilmiah diketik komputer pada kertas A4 (210 x 297 mm) dengan margin atas, bawah = 3 cm, dan margin kanan, kiri= 2,5 cm, spasi= 1 (single) serta bentuk huruf Cambria dengan ukuran = 10
2. Jumlah halaman dibatasi antara 3 sampai dengan 10 halaman.
3. Jumlah kata dalam judul Bahasa Indonesia maksimal = 12 kata dan bila dalam Bahasa Inggris, berjumlah maksimal = 10 kata
4. Nama penulis makalah dicantumkan setelah judul, dengan ketentuan Nama penulis dicantumkan tanpa gelar, jabatan atau kepangkatan.
  - a. Bila terdapat lebih dari satu nama, maka nama penulis utama dicantumkan terlebih dahulu baru dilanjutkan dengan nama-nama penulis lainnya.
  - b. Jumlah maksimal penulis = 5 orang.
5. Tulisan diawali dengan abstrak berupa satu paragraf dalam Bahasa Inggris. Abstrak adalah esensi isi keseluruhan tulisan secara utuh dan lengkap.
6. Cantumkan kata kunci setelah abstrak untuk membantu keteraksesan tulisan.
7. Sistematika isi tulisan mengikuti kaidah keilmuan, minimal tersusun dari pendahuluan, teori-teori yang mendukung penelitian atau kajian ilmiah, hasil-hasil penelitian atau kajian ilmiah, kesimpulan dan daftar pustaka.
8. Tata letak isi penulisan menggunakan format template artikel Jurnal Elektro.
9. Ketentuan mengenai daftar pustaka adalah
  - a. Dicantumkan berurutan, dimana urutan pertama adalah referensi yang dikutip pertamakali dalam isi tulisan, dan seterusnya.
  - b. Diawali dengan nomor urut, yaitu [1], [2] dan seterusnya ke bawah
  - c. Susunannya mengikuti urutan berikut (dipisahkan dengan koma):
    - 1) Penulis, bila lebih dari tiga penulis, berikutnya ditulis et all (dkk)
    - 2) Judul referensi (judul buku atau judul dalam jurnal ilmiah)
    - 3) Tahun penerbitan buku atau tahun publikasi tulisan ilmiah.
    - 4) Nama penerbit (buku) atau nama jurnal ilmiah referensi (disertai dengan nomor, volume, bulan terbit, dan halaman referensi).

## DAFTAR ISI

Sampul Depan.....	i
Susunan Dewan Redaksi.....	ii
Alamat Penerbit.....	ii
Pengantar Redaksi.....	iii
Ketentuan Penulisan.....	iv
Daftar Isi.....	v
1. Implementasi IoT pada Sistem Parkir Pintar Berbasis ESP32 dengan Monitoring Real-Time ThingSpeak .....	1 – 10
2. Analisis Sistem Proteksi Penangkal Petir Eksternal Dengan Metode Sudut Pada Gedung Bertingkat .....	11 – 20
3. Pemanfaatan Sistem Monitoring Berbasis IoT Dan Sensor Cerdas Untuk Restorasi Ekosistem .....	21 – 26
4. Monitoring dan Analisis QoS Jaringan Wireless LAN di Gedung Harni Koesno: Studi Kasus Dengan Wireshark dan Thiphone .....	27 – 35
5. Rancang Bangun Sistem Moitoring Pada Motor Induksi 3 Fasa .....	36 –41
6. Analisis Penggunaan Selenoid 24 VDC Pada Jalur Masuk Membran Terhadap Sistem Kerja Dispenser RO Magna .....	42 – 49
7. Rancang Bangun Monitoring Daya, Suhu, dan Getaran Terhadap Kecepatan Motor 1 Fasa Berbasis Internet of Things .....	50 – 55
8. Rancang Bangun Sistem Kontrol Modutrol Valve Menggunakan Sensor Suhu untuk Efisiensi Steam di PT Prakarsa Alam Segar.....	56 - 61



## Implementasi IoT pada Sistem Parkir Pintar Berbasis ESP32 dengan Monitoring *Real-Time ThingSpeak*

Yosafat Exel Osdela Gutomo<sup>1\*</sup>, Lukman Aditya<sup>2</sup>, Nurhabibah Naibaho<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

<sup>3</sup> Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

\*<sup>1</sup> [yosafatexel10@gmail.com](mailto:yosafatexel10@gmail.com) ; <sup>2</sup> [lukmanaditya@unkris.ac.id](mailto:lukmanaditya@unkris.ac.id) ; <sup>3</sup> [nurhabibah@gmail.com](mailto:nurhabibah@gmail.com)

\* corresponding author

### ARTICLE INFO

Available Online: 24/02/2026

### ABSTRACT

*The rapid advancement of technology has made daily life more efficient and practical. Technology has begun to replace conventional parking methods that lack real-time information and are prone to human error. This study introduces a smart parking system innovation based on the ESP32 microcontroller as a solution to the limitations of conventional parking systems that are unable to provide accurate real-time information. The objective of this research is to design and test an ESP32based smart parking system capable of providing real-time and precise information on parking slot availability. The method employed is prototype engineering with a descriptive approach, which includes device design, component testing, and documentation. The test results show that the smart parking system works optimally and responsively. Infrared sensors are able to detect vehicles and activate servo motors that operate for 5 seconds. The LCD displays real-time parking information, while ultrasonic sensors provide accurate readings at distances of  $\leq 15$  cm. A red LED lights up as an indicator when a parking slot is occupied (distance  $< 15$  cm), while a green LED lights up when the slot is available (distance  $> 15$  cm). Integration with ThingSpeak and ThinkView applications runs smoothly with a fast update interval of approximately  $\pm 15$  seconds, and the ESP32-CAM successfully records vehicles entering and exiting with clear results. Component power consumption is stable, with voltage and current measurements in line with their functions: the infrared sensor recorded an average voltage of 3.7 V without load and 0.15–0.16 V with load, with currents ranging from 3.7–4.1 mA without load to 7–9 mA with load. The SG90 servo motor maintained a stable voltage of around 4.9 V both with and without load, while current increased from 2.7–2.8 mA to 1213 mA during operation. In conclusion, the ESP32-based smart parking system has proven effective in providing real-time parking information, with recommendations for large-scale implementation and the addition of a license plate recognition feature to further enhance functionality.*

### Keywords:

Smart Parking,  
Mikrokontroler  
ESP32-CAM,  
Thing speak,  
IoT.

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan berkembangnya teknologi yang semakin canggih membuat kehidupan sehari-hari menjadi lebih efisien dan praktis. Inovasi dalam berbagai bidang telah mengubah cara manusia bekerja, berinteraksi, dan menjalankan aktivitas sehari-hari. Kemajuan ini memberikan dampak dalam kehidupan sehari-hari, semua pekerjaan yang biasanya dapat dilakukan oleh manusia perlahan-lahan tergantikan oleh teknologi. Sama halnya dengan sistem pengelolaan lahan parkir, penggunaan metode konvensional dalam sistem pengelolaan lahan parkir menyebabkan permasalahan seperti kurangnya informasi secara real-time mengenai ketersediaan lahan parkir. Sering kali pengemudi harus berkeliling mencari tempat yang kosong, hal ini menyebabkan kemacetan serta pemborosan terhadap bahan bakar. Selain itu metode konvensional rentan terhadap human eror, baik dalam pencatatan kendaraan masuk dan keluar.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, inovasi dalam bentuk *system smart parking* atau parkir pintar mulai banyak dikembangkan dan diterapkan di berbagai negara, termasuk Indonesia. Sistem ini memanfaatkan teknologi berbasis ESP32, *Internet of Things (IoT)*, serta *Artificial Intelligence (AI)* untuk memberikan solusi modern yang lebih akurat, otomatis, dan terintegrasi. ESP32, sebagai salah satu mikrokontroler populer dengan konektivitas *WiFi* bawaan, menjadi faktor utama dalam banyak proyek *smart parking* karena efisiensinya dalam memproses data dan mengirimkan informasi secara *real-time*.

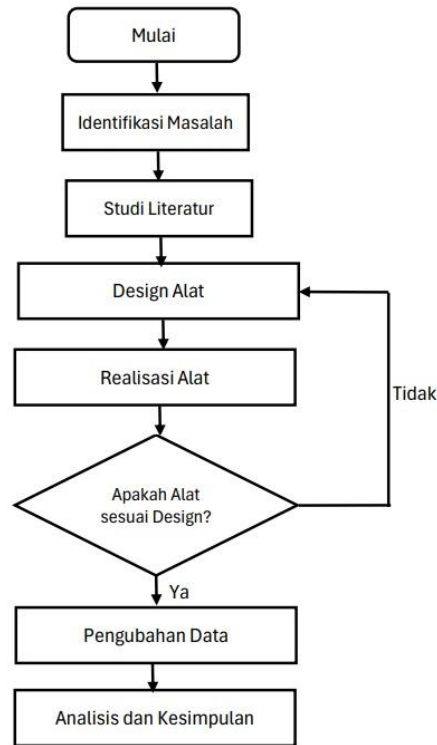
Salah satu contoh implementasi sistem *smart parking* berbasis ESP32 adalah dengan memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan kendaraan pada slot parkir, dan ESP32 sebagai pengolah data sekaligus pengirim informasi ke *Google Firebase*. Dengan sistem ini, pengguna dapat memantau status ketersediaan lahan parkir secara *realtime* melalui aplikasi Android, sehingga pencarian slot parkir dapat dilakukan dengan lebih efisien tanpa perlu berkeliling secara manual [1]. Inovasi serupa juga memanfaatkan ESP32 yang terhubung dengan aplikasi Thingspeak, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi parkir secara jarak jauh. Data dari sensor ultrasonik HC-SR04 dikirimkan secara instan ke aplikasi, yang kemudian ditampilkan dalam bentuk visual kepada pengguna. Dengan pendekatan ini, efisiensi lalu lintas di area parkir dapat ditingkatkan, sekaligus mengurangi antrean kendaraan yang mencari tempat kosong [2]. Pada tahap pengembangan lebih lanjut, ESP32 juga mulai dikombinasikan dengan teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) dan sensor inframerah untuk melakukan verifikasi identitas kendaraan serta mendeteksi slot parkir yang tersedia. Informasi yang diperoleh kemudian dikirimkan ke *cloud server*, dan hasilnya ditampilkan secara *real-time* melalui *dashboard* web yang dapat diakses oleh pengelola maupun pengguna [3].

Untuk tingkat akurasi dan kenyamanan yang lebih tinggi, sistem parkir pintar mulai memanfaatkan modul ESP32-CAM yang telah dilengkapi dengan fitur pengenalan plat nomor otomatis (*ALPR/Automatic License Plate Recognition*). Teknologi ini tidak hanya dapat mengenali kehadiran kendaraan secara otomatis, tetapi juga melakukan proses identifikasi tanpa perlu interaksi fisik, sehingga lebih efisien dan membantu mengurangi antrean kendaraan di pintu masuk [4]. Dalam skala yang lebih luas, sistem *smart parking* juga dikembangkan dengan berbasis IoT menggunakan ESP32 dan platform *Thingspeak Cloud*. Sistem ini mengumpulkan dan menganalisis data dari berbagai sensor untuk menampilkan status lahan parkir secara *realTime*. Selain itu, pengguna juga diberikan fitur tambahan seperti reservasi slot parkir langsung melalui aplikasi *mobile* yang terintegrasi [5].

Berdasarkan berbagai penelitian dan implementasi di atas, dapat disimpulkan bahwa penggunaan ESP32, sensor jarak (ultrasonik dan inframerah), RFID, serta integrasi dengan AI dan IoT telah membawa perubahan besar dalam pengembangan sistem parkir pintar. Sistem-sistem ini tidak hanya memberikan informasi real-time mengenai status parkir, tetapi juga membantu mengurangi kemacetan, meningkatkan efisiensi penggunaan lahan, dan mengurangi emisi karbon akibat kendaraan yang berputar-putar mencari tempat parkir.

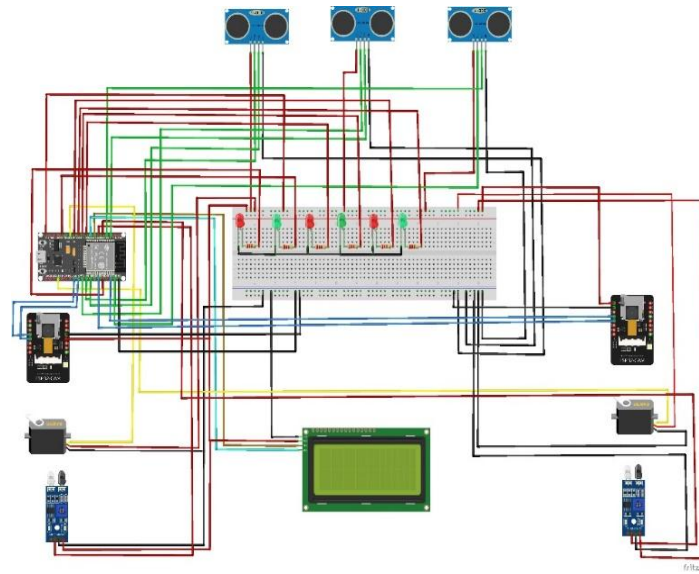
## 2. Metode

Penelitian ini memiliki alur penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



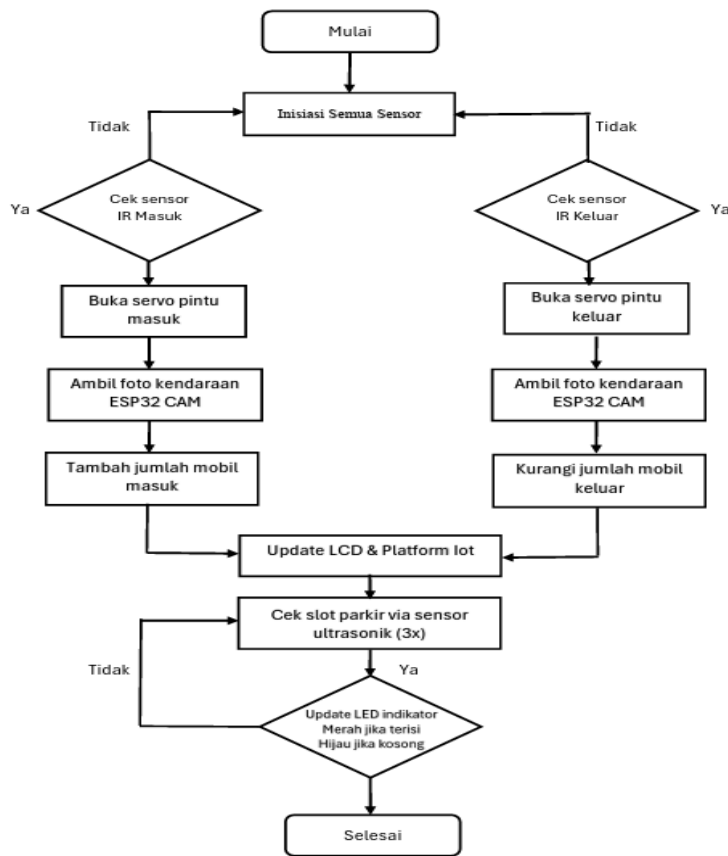
Gambar 1. Alur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di rumah penulis di Pademangan, Jakarta Utara, dengan jadwal pengerjaan selama tiga bulan, mulai April hingga Juli 2025. Penelitian ini diawali dengan perencanaan pembuatan alat dan identifikasi permasalahan yang akan diselesaikan. Selanjutnya dilakukan studi literatur sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan perancangan, dilanjutkan dengan desain alat meliputi pemilihan komponen, penyusunan rangkaian, serta logika kerja sistem. Dari rancangan tersebut dibuat hipotesis sementara untuk menguji apakah alat bekerja sesuai desain. Jika tidak sesuai maka dilakukan perbaikan, sedangkan jika sesuai dilanjutkan ke tahap berikutnya. Data hasil pengujian kemudian dikumpulkan, diolah, dan dianalisis untuk memperoleh kesimpulan akhir. Proses pembuatan alat memerlukan perangkat lunak berupa software Arduino IDE. Program dapat ditulis dan diaplikasikan ke mikrokontroler. Program yang telah di-setting tersebut akan dikirimkan kedalam mikrokontroler, sehingga mikrokontroler akan bekerja sesuai perintah yang telah diatur. Untuk skema wiring diagram rangkaian dapat dilihat dalam Gambar 2.



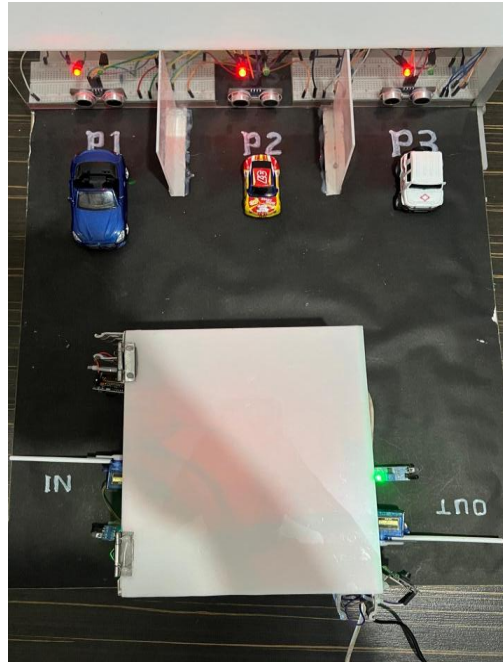
Gambar 2. Skema Rangkaian Perangkat Keras

Kemudian untuk alur kerja sistem *smart parking* yang dirancang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur Sistem Smart Parking

Realisasi alat dalam penelitian ini dilakukan setelah perancangan alat. Proses ini mencakup beberapa langkah, antara lain perancangan perangkat sensor, perancangan perangkat mikrokontroler monitoring sistem parkir, perancangan koneksi perangkat menggunakan Aplikasi ThingSpeak, dan perancangan perangkat secara keseluruhan sistem dapat dilihat dalam Gambar 4.



Gambar 4. Realisasi Alat Sistem Smart Parking

**3. Hasil dan Pembahasan**

Hasil dari rancang bangun diuji melalui beberapa langkah, yaitu pengujian sensor inframerah, Palang Pintu motor servo, mikrokontroler ESP32, tampilan LCD 16x2, tampilan pada Aplikasi ThingSpeak, kamera monitoring ESP 32-CAM, pengujian pembanding waktu parkir konvensional dengan sistem IoT, dan terakhir mengevaluasi kinerja alat pada tiap komponen sistem yang saling terhubung dan tingkat keberhasilan sistem dengan baik. Hasil pengujian sensor inframerah dapat dilihat pada Tabel 1, dan untuk servo motor pada Tabel 2.

Tabel.1 Pengujian Sensor Inframerah

No	Masuk/Keluar	Jarak	Sensor Aktif
1.	Masuk	3cm	✓
2.	Masuk	4 cm	✓
3.	Masuk	5 cm	✗
4.	Keluar	3 cm	✓
5.	Keluar	4 cm	✓
6.	Keluar	5 cm	✗

Tabel 2. Pengujian Servo Motor

No	Kondisi Uji	Waktu Yang Diharapkan (detik)	Waktu Aktual (detik)	Selisih (detik)	Valid (✓/✗)
1	Kendaraan Masuk	5s	4,86s	0,14s	✓
2	Kendaraan Masuk	5s	5,37	0,37s	✓
3	Kendaraan Keluar	5s	5,57s	0,57s	✓
4	Kendaraan Keluar	5s	5,38s	0,38s	✓

Sebagai pantauan visual, tampilan layar LCD saat simulasi proses parkir dapat dilihat dalam tabel 3. :CD menampilkan status kondisi slot parkir dan ketika ada mobil yang masuk atau keluar.

Tabel 3. Visualisasi LCD


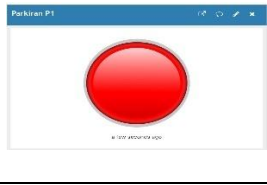
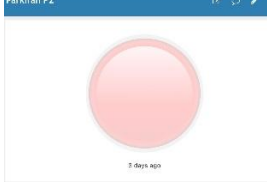
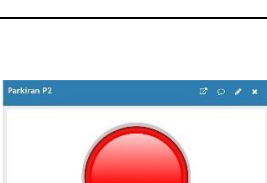
Keterangan
Saat LCD belum terkoneksi <i>WiFi</i> maka akan muncul “Menghubung WiFi” dan sistem belum bisa beroperasi
<i>WiFi</i> terhubung dan sistem siap digunakan
Saat terhubung <i>WiFi</i> maka akan muncul “Sistem Siap, Mobil: 0/3”
Mobil Masuk, Mobil 1/3
Tutup Masuk Mobil:1/3
Mobil Masuk, Mobil 2/3
Tutup Masuk, Mobil: 2/3
Mobil Masuk, Mobil 3/3
Tutup Masuk, Mobil 3/3
Parkir Penuh, Mobil 3/3
Tutup Keluar, Mobil: 2/3
Mobil Keluar, Mobil: 1/3
Mobil Keluar, Mobil 0/3
Tutup Keluar, Mobil 0/3



Kemudian pada sensor ultrasonik dilakukan pengujian pendeteksian objek berupa miniatur mobil dengan jarak jangkauan maksimum yang bisa dideteksi sensor. Pendeteksian sensor ini yang akan memberikan input bagi mikrokontroler yang ditandai dengan indikator LED. Hasil pengujian ini dapat dilihat dalam tabel 4. Kemudian pada tampilan monitoring menggunakan Thingspeak, dapat dilihat pada tabel 5. Indikator warna merah menunjukkan adanya kendaraan yang terdeteksi atau parkir pada slot yang tersedia, yaitu P1 sampai P3. Indikator ini berfungsi sebagai pantauan bagi pengguna untuk mengetahui dimanakah slot parkir yang masih kosong, atau yang sudah terisi.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Sensor Ultrasonik

No	Jarak Sensor (cm)	Lampu LED Hijau		Lampu LED Merah	
		Nyala	Tidak	Nyala	Tidak
1.	0cm		×	✓	
2.	5cm		×	✓	
3.	10cm		×	✓	
4.	15cm	✓			×

Tabel 5. Tampilan status parkir pada aplikasi Thingspeak

Gambar		Keterangan
	P1	Warna merah muda menunjukkan bahwa kendaraan belum terdeteksi pada aplikasi Thingspeak di parkir P1
	P1	Warna merah muda menunjukkan bahwa terdapat kendaraan yang terdeteksi oleh aplikasi Thingspeak di parkir P1
	P2	Warna merah muda menunjukkan bahwa kendaraan belum terdeteksi pada aplikasi Thingspeak di parkir P2
	P2	Warna merah terang menunjukkan bahwa terdapat kendaraan yang terdeteksi oleh aplikasi Thingspeak di parkir P2

	P3	Warna merah muda menunjukkan bahwa kendaraan belum terdeteksi pada aplikasi Thingspeak di parkir P1
	P3	Warna merah terang menunjukkan bahwa terdapat kendaraan yang terdeteksi oleh aplikasi Thingspeak di parkir P2

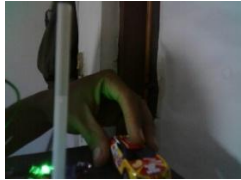

Dalam pengujian komponen mekanis alat dapat dilihat pada Tabel 6. Karakteristik arus dan tegangan yang pada sensor inframerah, motor servo penggerak palang pintu saat berkerja memeperlihatkan kondisi yang cukup stabil.

Tabel 6. Karakteristik arus pada komponen rancang bangun alat

No	Komponen	Arus Tanpa Beban (A)	Arus Dengan Beban (A)
1	Sensor Inframerah IN	3,79mA	8,92mA
2	Sensor Inframerah Out	4,17mA	7,02mA
3	Servo Motor (SG90) In	2,75mA	13,18mA
4	Servo Motor (SG90) Out	2,85mA	12,86mA

Untuk simulasi parkir pada pintu masuk dilakukan dengan menggerakkan miniatur mobil bergerak masuk mengenai sensor pada pintu masuk. Kemudian kamera ESP32 CAM akan mendeteksi dan menangkap gambar mobil yang masuk. Hasil simulasi ini dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Visualisasi ESP-32 CAM

Gambar	Kamera Masuk	Keterangan
	Mobil 1	Dokumentasi visual dari ESP32-CAM Mobil1
	Mobil 2	Dokumentasi visual dari ESP32-CAM Mobil 2
	Mobil 3	Dokumentasi visual dari ESP32-CAM Mobil 3

#### 4. Kesimpulan

1. Sensor inframerah mampu mendeteksi kendaraan dan mengaktifkan servo motor SG90 untuk membuka palang selama 5 detik. Sensor ultrasonik bekerja akurat pada jarak  $\leq 15$  cm, lampu LED merah akan menyala sebagai penanda slot parkir terisi, Jika jarak kurang dari 15 cm, sedangkan jika lebih dari 15 cm, lampu LED hijau akan menyala menandakan slot kosong.
2. Integrasi dengan aplikasi ThingSpeak dan ThinkView bekerja optimal dengan pembaruan  $\pm 15$  detik, serta ESP32-CAM berhasil merekam kendaraan masuk dan keluar secara jelas.
3. Hasil pengujian tegangan dan arus menunjukkan kinerja komponen yang stabil. Sensor inframerah In memiliki tegangan 3,74 V (tanpa beban) dan 0,16 V (dengan beban) dengan arus 3,79 mA dan 8,92 mA. Sensor inframerah Out memiliki tegangan 3,73 V dan 0,15 V dengan arus 4,17 mA dan 7,02 mA. Servo motor In memiliki tegangan 4,93 V dan 4,78 V dengan arus 2,75 mA dan 13,18 mA, sedangkan Servo motor Out memiliki tegangan 4,91 V dan 4,78 V dengan arus 2,85 mA dan 12,86 mA.

## 5. Referensi

- [1] Sanket Kale, "IoT Based Smart Parking System Using ESP32 and Firebase,," (International Journal of Engineering Research & Technology, 2020.
- [2] • Agus Irawan, Monitoring Tempat Parkir Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Blynk. Indonesia: <https://journal.ppmi.web.id/index.php/jcsit/article/view/1274>, 2021.
- [3] Rian Prasetya, "Sistem Parkir Otomatis Berbasis ESP32 dan RFID dengan Notifikasi Real-time,," Jurnal Teknik ITS, 2022.
- [4] Wahyu Hidayat, "Sistem Parkir Pintar dengan Pengenalan Plat Nomor Berbasis ESP32-CAM dan AI,," Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer, 2023.
- [5] Abdelrahman M. Mohamed dan Osama A. Mahgoub, "IoT Based Smart Parking System using ESP32 and Thingspeak Platform,," Int J Adv Comput Sci, 2023.
- [6] Maher Hassan Kadhim, "Design and Implementation of a Smart Parking System Using Web and Mobile Apps,," Journal of Advanced Computer Science and Technology Research, 2018.
- [7] Quy Lam Hang, "A Slotted Transmission with Collision Avoidance for LoRa Networks,," Sensors Journal, MDPI, 2020.
- [8] Amira A. Elsonbaty dan Mahmoud Shams, "Smart Parking Management System based on IoT and Mobile App Integration,," International Conference on Smart Technologies, 2023.
- [9] Fakhri Brilians Arpa Putra dan Latiful Hayat, "Rancang Bangun Miniatur Sistem Parkir Cerdas Bertingkat Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32,," Jurnal Rekayasa dan Rancang Elektronika (JRRE), vol. 16, hlm. 107-114, 2021.
- [10] A. , Rahman, Y. Nugroho, dan D. Sari, "Sistem Deteksi Parkir Otomatis Berbasis Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler,," Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, vol. 7(2), hlm. 123-130, 2019.
- [11] S. Y. , Choong Hong, C. C. , Kang, dan J. D. Tan, "Smart Parking System Using IoT Sensors,," Journal of Engineering Technology and Applied Physics, , vol. 5(1), hlm. 63-69, 2023.
- [12] Kumar S, Getting Started with ESP32 for IoT Projects. TechPress Publishing, 2023.
- [13] A. Singh, R. , Patel, dan M. Bansal, "ESP32-Based Systems in Engineering Education: A Comprehensive Review,," 2022.
- [14] Rahman M, "Application of ESP32 in Smart IoT Projects: Practical Examples for Developer,," Journal of Internet Technology and ApplicationS, vol. 9(1), 2021.
- [15] C. Argirusis, Fundamentals of Infrared Radiation and Sensor Principles. Belin, 2025.
- [16] M. , Dedi Candra, M. , Kurniawan, dan A. Siregar, "Aplikasi Sensor Inframerah dalam Sistem Otomatisasi dan Keamanan,," Jurnal Teknologi Otomasi dan Kontrol, vol. 6(1), hlm. 21-29, 2024.
- [17] S. Udink Aulia, Syahriza, dan M. R. Abizar, ""Perancangan Sistem Kendali Prosthetic Arm Penggerak Motor Servo dan Sensor Flex Berbasis Mikrokontroler,," vol. 8, no. 1, 2020.
- [18] H. R. Putra Stevano dan R. Abdullah, "Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk Pengukuran Jarak pada Kendaraan,," Jurnal Teknologi Elektronika dan Informatika, 2020.
- [19] Mochammad Azmir, "Optimalisasi Kinerja Sistem Parkir dengan Sensor Infrared Berbasis Internet of Things,," Politeknik Negeri Ball, 2023.
- [20] Bayu Khanif, . "Rancang Bangun Sistem Monitoring Slot Parkir Mobil Berbasis Arduino Mega 2560 dengan LCD I2C dan Sensor Ultrasonik,," Politeknik Negeri Tegal, 2020.
- [21] S. W. , Sari, S. , Lailiyah, dan S. W. Salmon, "Prototype Sistem Telemetri Suhu dan pH Air Kolam Budidaya Ikan Air Tawar Berbasis Internet of Things (IoT),," Jurnal SEBATIK, vol. 26, no. 2, hlm. 788-797, 2022.
- [22] V. Kumar dan V. Malik, "IoT based Smart Parking System using NodeMCU and ThingSpeak,," International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), vol. 8, no. 5, 2019.
- [23] R. A. , Siregar dan A. H. Wibowo, "Sistem Dokumentasi Otomatis Kendaraan Masuk dan Keluar Menggunakan ESP32-CAM dan Sensor Gerak,," Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI, vol. 9, no. 1, hlm. 30-36, 2021.



## Analisis Sistem Proteksi Penangkal Petir Eksternal Dengan Metode Sudut Pada Gedung Bertingkat

Nurhabibah Naibaho<sup>1\*</sup>, Aditya Farhanuddin<sup>2</sup>.

<sup>1,2</sup> Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana, Jl. Kampus UNKRIS Jatiwaringin, Bekasi 13077, Indonesia

\*<sup>1</sup> [nurhabibah@unkris.ac.id](mailto:nurhabibah@unkris.ac.id) ; <sup>2</sup> [aditya.farhanuddin@gmail.com](mailto:aditya.farhanuddin@gmail.com).

\* corresponding author

### ARTICLE INFO

Available Online: 24/02/2026

#### Keywords:

Lightning Strike,  
Lightning Rod,  
Protection Angle Method,  
Rolling Ball Radius,  
Lightning Strike Efficiency.

### ABSTRACT

Geographically Indonesia as a tropical country located on the equator and is a maritime continent with a vast sea, relatively high rainfall causes relatively high air humidity, this causes lightning clouds containing electric charges to form very easily with destructive properties, seeing some of the damage that usually arises due to lightning strikes, then an effort to overcome the strike is known as lightning protection. In this type of research, a type of quantitative research is carried out with the processing and calculation of output data from observations including multi-storey building data, thunder days, specifications and types of lightning rods, lightning current conductors, and grounding systems with standard criteria based on the 1983 General Lightning Installation Regulations (PUIPP) and SNI 03-7015-2004. estimated risk of lightning strikes index value of 22, average annual strike frequency of 2.43 strikes and lightning strike efficiency value of 0.96 protection level I. minimum cross-sectional area 22.5 mm. Minimum cross-sectional area of 22.5 mm<sup>2</sup>, 2x35 mm<sup>2</sup> coaxial cable installed and the total resistance value of multiple ground rod electrodes of 1.04Ω, a maximum of 2.5Ω is in accordance with the standard and in the air termination with the calculation of the radius of the rolling ball with a radius of 20 m lightning strikes each end of the building side are still exposed to the touch of the rolling ball. Because the air termination installed is conventional type, the calculation of air termination with electrostatic lightning rod protection Angle  $\alpha$  is  $\angle 42.06^\circ$  with a lightning strike distance to the building as high as 134.15 m. Therefore, optimization is carried out using an electrostatic type lightning rod Flash Vectron FV6 brand with a radius of 140 m.

© 2026 Jurnal Teknokris All rights reserved.

## 1. Pendahuluan

Indonesia terletak pada garis khatulistiwa dengan laut luas dan kebakaran hutan yang melepaskan aerosol ke udara menyebabkan udara lembab tinggi sehingga, awan petir CB (Cumulonimbus) dengan muatan listrik mudah terbentuk, menyebabkan bahaya akan terjadinya sambaran petir [1]. Petir merupakan suatu peristiwa lepasan muatan listrik dari ion bebas bergerak di awan. Ionisasi terjadi karena perubahan wujud air dan gerak gesek awan. Ketika awan bergabung, muatan berbeda menciptakan petir. Elektron saling bertabrakan pada permukaan bumi akibat gerak angin dan gesekan awan [5]. Dampak dari sambaran tersebut bisa terjadi kepada manusia, bangunan, telekomunikasi, sinyal, instalasi listrik, alat elektronik serta lainnya. Arus sambaran tersebut direntang 2000 A hingga 200 kA, yang memberi dampak buruk untuk alat tersebut yang berefek negatif misalnya terbakarnya gedung, atau hilang nyawa atas benda hidup[8]. Petir yang terjadi mempunyai intensitas sambaran yang menyebabkan risiko sambaran di suatu daerah. sehingga bisa diestimasi keperluan bangunan atas Sistem Proteksi Petir. Tingkat keperluan suatu bangunan atas instalasi proteksi petir dipastikan dari besarnya peluang kerugian dan risiko yang terjadi, apabila bangunan tersebut terkena petir. Dari Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP), besarnya keperluan tersebut menjadi acuan menuju total beberapa indeks tertentu yang menggambarkan kondisi bangunan pada suatu tempat seperti penggunaan, konstruksi, tinggi dan situasi bangunan [10]. Pemilihan tingkat proteksi didasarkan SNI 03-7015-2004 yang memuat guna suatu sistem proteksi berlandaskan pada frekuensi sambaran petir langsung menuju lokasi yang diestimasi menuju susunan yang di proteksi ( $N_d$ ) serta frekuensi sambaran petir pertahun ditempat yang diizinkan ( $N_c$ ).[11]. Sistem proteksi penangkal petir memiliki 3 bagian yang pertama,

pada terminasi udara, terdapat 2 jenis penangkal petir yang biasa dipakai sehari-hari yaitu, penangkal petir konvensional tongkat franklin yang tergolong penangkal petir paling tua, tetapi tidak jarang juga yang masih memakai sistem tersebut khususnya di beberapa Gedung dengan atap runcing [15]. dan penangkal petir elektrostatis yang mana, perlindungan petir radius dengan memakai konsep kerja elektroskop, elektroda ini dapat aktif mengeluarkan ion menuju udara walaupun tidak terdapat sambaran petir [2]. Yang kedua untuk sistem konduktor penghantar arus petir memiliki fungsi membawa aliran arus petir terkait terminal udara agar disambungkan menuju pentanahan [12]. Dan yang ketiga untuk sistem pentanahan, batang elektrode pentanahan merupakan peralatan yang terbuat dari bahan tembaga, Batang elektrode pentanahan atau arde ini ditanam kedalam tanah dan berfungsi sebagai penyalur arus meneruskan arus petir kedalam bumi dengan tahanan dibawah 5 ohm [16]. Serta metode Sudut merupakan dimensi yang berbentuk kerucut di daerah perlindungan yang sudut derajat dalam perlindungannya dapat ditentukan dengan tingkat proteksi yang telah ditentukan [3].

## 2. Metode Penelitian

- Alur Penelitian

Pada Penelitian ini dimulai dari kajian literatur, mengumpulkan serta mengolah data, cara yang dilaksanakan dari acuan flowchart.

Alur Penelitian ini mulai dengan Pengambilan Data, yaitu: Data bangunan Gedung, data teknis, dimensi Gedung, panjang, lebar, tinggi, Kerapatan Petir/Data Hari Guruh, Data Spesifikasi Penangkal Petir, Dilanjutkan dengan Analisis Resiko Terjadi Sambaran Petir menurut Standard SNI 03-7015-2004, Dilanjutkan dengan Klasifikasi gedung, Menurut PUIPP dan SNI, Jika gedung membutuhkan Proteksi petir. Pernyataan ya atau Tidak Apabila tidak, maka Klasifikasi gedung selesai, dan tidak perlu proteksi eksternal, Dan apabila ya, maka Klasifikasi gedung Dilanjutkan dengan Menganalisis konduktor arus petir dan terminasi pentanahan, Dan dilanjutkan Menganalisis terminasi udara dengan radius proteksinya menggunakan metode sudut dan bola bergulir, Dilanjutkan Output analisis, serta optimalisasi sistem proteksi penangkal petir pada gedung bertingkat tersebut, dengan membuat Diagram alur demikian, maka Analisis Sistem ini Selesai.

Pada jenis penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif, yang mana dalam pengolahan dan perhitungan data akan dilakukan terlebih dahulu pengambilan sampel kasus pada gedung Bertingkat, disertai teknik mengumpulkan data yang menggunakan cara pengamatan serta dokumentasi, adapun dari hasil observasi meliputi data bangunan gedung Bertingkat, hari guruh, spesifikasi dan jenis penangkal petir, konduktor penghantar arus petir, serta sistem pentanahan. Setelah melakukan pengumpulan data tersebut, dilakukan untuk menganalisis disertai langkah perbandingan diantara data yang didapatkan dengan kriteria standard yang sudah ditetapkan, yaitu PUIPP tahun 1983 dan SNI 03-7015-2004. Setelah menganalisis tingkatan proteksi, cara berikutnya yakni, melakukan perhitungan radius proteksi dengan metode sudut proteksi. jika output dari analisis data tidak selaras dengan standard dilakukan optimalisasi dilandasi standard yang telah disahkan, agar bangunan seluruhnya dilindungi dengan baik.

## 3. Hasil Dan Pembahasan

### A. Spesifikasi Penangkal petir dan Dimensi Gedung

Data spesifikasi peralatan proteksi penangkal petir eksternal pada Gedung Bertingkat diperoleh dari hasil observasi dengan departemen teknik Gedung Bertingkat tertera pada Tabel 1, berikut:

Tabel 1 Data Spesifikasi Penangkal Petir Gedung Bertingkat

Peralatan	Merk/Tipe	Jenis / Bahan	Spesifikasi		
			Ukuran	Panjang	Jumlah
Terimnal udara	Konvensional	Pasif	-	1 m	1 Unit
Konduktor Penghantar arus petir	Kabel Coaxial	Tembaga (Cu)	35 mm <sup>2</sup>	-	2 Unit
Terminasi pentanahan	Elektroda Batang	Tembaga (Cu)	25 mm <sup>2</sup>	12 m	2 Unit

Data Hasil Dan Pembahasan Objek berdasarkan dari analisis yang didapatkan dari output pengamatan lapangan, seperti data, objek ilustrasi, serta mengumpulkan dokumentasi instalasi penangkal petir. Data Penelitian Alat Dan Konstruksi Penangkal Petir, Data output analisis yang diperoleh mencakup pendataan dimensi gedung, data spesifikasi penangkal petir terminasi udara, spesifikasi konduktor penghantar arus petir dan spesifikasi sistem pentanahan, antara lain:

Data Dimensi ukuran gedung Nama gedung : Bertingkat Luas atap (Roof Top) : 2315 m <sup>2</sup> Panjang atap : 90,80 m Lebar atap : 25,50 m Tinggi gedung : 43 m Luas area gedung : 4620 m <sup>2</sup>	Data Spesifikasi Terminasi Udara Jenis penangkal petir: Pasif Tipe/merk : Konvensional Jumlah terminal udara : 1 buah Tinggi tiang pancang : 3 m Panjang terminal udara : 1 m
Data Spesifikasi Konduktor Penghantar Arus Petir Jenis kabel konduktor : Kabel Coaxial Ukuran kabel : 35 mm <sup>2</sup> Jumlah penghantar arus petir: 2 buah Jalur penghantar arus petir : Shaft elektrikal Sambungan kabel : Tidak ada	<b>Data Spesifikasi Pentanahan</b> Bahan elektroda : Tembaga yang dilindungi pipa galvanis Panjang elektroda : 6 Diameter elektroda : 25 mm <sup>2</sup> Kedalaman elektroda: 12 m Jumlah elektroda : 1 buah Jumlah bak kontrol : 1 buah

B. Taksiran resiko standard PUIPP dan SNI 03-7015-2004

Berikut ini hasil dari taksiran risiko pada gedung Bertingkat mengikuti standard Persyaratan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP), antara lain:

a) Indeks A

Dari pemakaian serta muatan isi bangunan, gedung Bertingkat memiliki nilai indeks 3, karena bangunan Gedung dihuni oleh banyaknya orang dengan kegiatan perkantoran dan perkuliahan.

b) Indeks B

Berdasarkan bahaya pada konstruksi bangunan, gedung Bertingkat memiliki nilai indeks 2, karena bangunan gedung disertai konstruksi beton bertulang, kerangka besi serta atap bukan logam.

c) Indeks C

Dari bahaya ketinggian bangunan, gedung Bertingkat memiliki nilai indeks 6, karena bangunan gedung tersebut memiliki ketinggian 43 meter.

d) Indeks D

Berdasarkan bahaya situasi bangunan, gedung Bertingkat memiliki nilai indeks 0, karena bangunan gedung tersebut berada di tanah datar dengan semua ketinggian.

e) Indeks E

Berdasarkan bahaya dari hari guruh, gedung Bertingkat memiliki nilai indeks 7, karena lokasi gedung Bertingkat berada di Jakarta yang memiliki haru guruh dengan rata-rata 193 hari/tahun.

Pada nilai-nilai indeks yang telah dihasilkan, maka nilai indeks  $R_{in}$  pada bangunan gedung Bertingkat dihitung dengan persamaan 1, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 R_{in} &= A + B + C + D + E & (1) \\
 R_{in} &= 3 + 2 + 6 + 0 + 7 \\
 R_{in} &= 18
 \end{aligned}$$

maka perkiraan bahaya akan sambaran petir sangat besar dan untuk pengaman bangunan gedung akan sambaran petir sangat perlu. Untuk mengetahui tingkatan proteksi sambaran petir pada bangunan gedung Bertingkat merujuk dengan SNI 03-7015-2004, yang ditentukan dari data dimensi Gedung dan hari guruh pertahun, antara lain:

- Kerapatan Sambaran Petir ( $N_g$ )

$$\begin{aligned}
 N_g &= 4 \times 10^{-2} \times T_d^{1.25} & (2) \\
 N_g &= 4 \times 10^{-2} \times 193^{1.25}
 \end{aligned}$$

Kerapatan sambaran petir ke tanah  $N_g = 28.77$  sambaran/km<sup>2</sup>/tahun

- Area Cakupan Ekuivalen ( $A_e$ )

$$\begin{aligned}
 A_e &= ab + 6h(a + b) + 9\pi h^2 & (3) \\
 A_e &= (90.80 \times 25.50) + 6 \times 43(90.80 + 25.50) + 9 \times 3.14 \times 43^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Luas wilayah } A_e = 84573.54 \text{ m}^2$$

- Jumlah rata-rata frekuensi sambaran petir pertahun ( $N_d$ )

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6} \tag{4}$$

$$N_d = 28.77 \times 84573.54 \times 10^{-6}$$

Total rata – rata frekuensi sambaran petir langsung  $N_d = 2.43$  sambaran/tahun

- Efisiensi sambaran petir  $\eta$

Untuk menentukan nilai efisiensi pada sambaran petir, nilai frekuensi sambaran petir tahunan ( $N_c$ ) yang diizinkan  $10^{-1}$ /tahun, maka dari itu perhitungan nilai efisiensi sambaran petir memakai rumus Persamaan 5, dimana:

$$\eta = 1 - \frac{N_c}{N_d} \tag{5}$$

$$\eta = 1 - \frac{0,1}{2.43}$$

$$\eta = 1 - 0,04$$

$$\eta = 0,96$$

$$\eta = 96\%$$

$N_c$  = Frekuensi sambaran petir ditempat yang diizinkan

Berdasarkan hasil dari perhitungan di atas, nilai efisiensi sambaran petir yaitu sebesar 0,96, dimana merujuk pada indeks efisiensi SNI 03-7015-2004 yang tertera di Tabel 2, memperoleh bahwa tingkatan proteksi petir pada bangunan gedung Bertingkat berada di tingkat proteksi I yaitu diantara 95% - 98%.

Tabel 2 Efisiensi Pada Tingkatan Proteksi Penangkal Petir

Tingkatan Proteksi	Efisiensi Tingkat Penangkal Petir (E)
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

### C. Analisis Nilai Ukuran Konduktor Penghantar Arus Petir

Dalam menentukan luas penghantar konduktor turun dari suatu instalasi penangkal petir, dengan arus gangguan sepanjang 0,001 detik, arus petir maksimal untuk tingkat proteksi 1, yaitu 200 kA dan temperature yang terpakai sebesar 1000°C dihitung memakai Persamaan 6, yaitu:

$$A = I_{max} \sqrt{\frac{8.5 \times 10^{-6} \text{Sec}}{\log_{10} \frac{T}{274} + 1}} \tag{6}$$

$$A = 200 \times 10^3 \sqrt{\frac{8.5 \times 10^{-6} \times 0,001}{\log_{10} \frac{1000}{274} + 1}}$$

Luas Penampang Penghantar  $A = 22.5 \text{ mm}^2$

$I_{max}$ = arus petir maksimum (A)  
T= Temperatur konduktor (°C)

Untuk konduktor penghantar arus petir menggunakan jenis kabel coaxial yang berdiameter 35 mm<sup>2</sup> dengan ukuran minimal 22.5 mm<sup>2</sup> sesuai perhitungan analisis, serta dilindungi oleh pipa pvc berdiameter 50 mm<sup>2</sup> dengan 2 konduktor penghantar, yang mana sudah memenuhi standard dengan minimal 2 buah konduktor.

D. Analisis Nilai Tahanan Pentanahan Elektrode Rod

Untuk mengetahui nilai resistansi pada sistem pentanahan di gedung Bertingkat telah diperoleh data berdasarkan spesifikasi, gambar dan standar tahanan jenis tanah yang di dapat, dimana :

- Panjang Elektroda : 6 m
- Diameter Elektroda : 25 mm<sup>2</sup>
- Tahanan jenis tanah : 30 Ohm/m
- Kedalaman tancapan elektroda : 12 m

maka dilakukan perhitungan untuk mencari nilai tahanan pentanahan dengan sistem single ground rod menggunakan Persamaan 7, yang mana.[11]:

$$R_x = \frac{\rho}{2\pi L} \left[ \ln \left( \frac{4L}{a} \right) - 1 \right] \tag{7}$$

$$R_x = \frac{30}{2 \times 3.14 \times 6} \left[ \ln \left( \frac{4 \times 6}{0.025} \right) - 1 \right]$$

$$R_x = \frac{125}{157} \times \ln 960 - 1$$

Tahanan pentanahan elektroda Single Rod  $R_x = 4.6 \Omega$

nilai resistansi pentanahan sistem single ground rod sebesar 4.6  $\Omega$ , yang mana hampir mendekati standar maksimum yaitu 5  $\Omega$ , oleh karena itu harus menerapkan sistem multiple ground rod untuk output tahanan yang lebih kecil agar lebih handal untuk sistem pentanahan ini, maka dilakukan perhitungan untuk mengecilkan nilai tahanan pentanahan dengan sistem multiple ground rod menggunakan Persamaan 8, sebagai berikut:

$$R_t = \frac{\rho}{2\pi L} \frac{\left[ \ln \left( \frac{4L}{a} \right) - 1 \right]}{n} \times F \tag{8}$$

$$R_t = \frac{30}{2 \times 3.14 \times 6} \frac{\left[ \ln \left( \frac{4 \times 6}{0.025} \right) - 1 \right]}{2} \times 1.16$$

$$R_t = \frac{125}{157} \frac{\times \ln 960 - 1}{2} \times 1.16$$

Tahanan pentanahan elektroda Multiple Rod  $R_t = 2.5 \Omega$

- $\rho$  = Tahanan Tipe tanah ( $\Omega$ m)
- $L$  = Panjang elektroda (m)
- $a$  = Jari-jari elektroda (m)
- $N$  = Total elektroda batang
- $F$  = Faktor perkalian untuk pentanahan multiple ground rod

Dengan jenis pentanahan menggunakan elektroda batang berukuran 6 m dan berdiameter 25 mm<sup>2</sup> yang dilapisi oleh pipa galvanis dengan memiliki 2 elektroda batang yang ditanam secara multiple rod ini, dari output perhitungan analisis memiliki total nilai hambatan sebesar 2.5  $\Omega$  dan pengukuran actual menggunakan earth tester sebesar 1.04  $\Omega$ .

E. Analisis Radius Pada Zona Proteksi Terminasi Udara

Tabel 3 Area Proteksi Sesuai Dengan Tingkatan Proteksi

Tingkat Proteksi	h (m)	20	30	46	60	Lebar Mata Jala (m)
	R (m)	$\alpha^\circ$	$\alpha^\circ$	$\alpha^\circ$	$\alpha^\circ$	
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10
III	45	45	35	25	*	10
IV	60	55	45	35	25	20

Pada zona radius proteksi dengan metode sudut ini, gedung Bertingkat ini menggunakan sistem penangkal petir tipe konvensional, yang mana untuk mencari zona radius dan derajat sudut proteksi yang ingin diketahui, penelitian yang dilakukan mengacu pada standard SNI 03-7105-2004 yang

tertera di Tabel 3, telah diketahui bahwa output nilai efisiensi sistem penangkal petir yang telah dihitung yaitu 0,96 atau 96%, maka tingkatan proteksi gedung Bertingkat berada di tingkat proteksi I dan dapat dilihat bahwa gedung Bertingkat mempunyai tinggi gedung (h) yaitu 43 m, oleh karena itu, untuk sistem penangkal petir gedung Bertingkat tidak di dapatkan zona radius pada nilai sudut proteksinya. Pada tingkat proteksi 1 dengan mempunyai radius tiap bola bergulir yaitu 20 m maka untuk mencari arus puncak, jarak sambar dan radius wilayah proteksi, dihitung terlebih dahulu besarnya radius dengan mencari besar puncak sambaran arus petir yang diterima gedung Bertingkat, dengan Persamaan 9, sebagai berikut.[12]:

$$R(m) = I^{0,75} \tag{9}$$

$$I = \sqrt[0,75]{\frac{R}{20}}$$

Arus puncak yang terjadi pada sambaran langsung  $I = 54.3 \text{ kA}$

R = Radius proteksi(m)

Setelah diketahui puncak arus petir yang diterima, lalu dilakukan perhitungan jarak sambaran petir terhadap bangunan gedung Bertingkat, dengan Persamaan 10, sebagai berikut:

$$r_s = 10 \times I^{0,65} \tag{10}$$

$$r_s = 10 \times 54.3^{0,65}$$

$r_s = \text{Jarak sambaran petir } r_s = 134.15 \text{ m}$

$r_s = \text{Jarak sambaran petir (m)}$

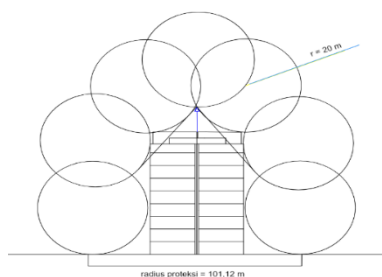
Maka, hubungan jarak sambaran petir terhadap proteksi tinggi Gedung dan tinggi tiang penyangga terminasi udara pada gedung Bertingkat ditentukan dengan radius wilayah proteksi, dihitung menggunakan Persamaan 11, sebagai berikut:

$$R = \sqrt{2r_s h - h^2} \tag{11}$$

$$R = \sqrt{2 \times 134.15 \times 46 - 46^2}$$

Radius proteksi  $R = 101.12 \text{ m}$

h = Tinggi gedung (m)



Gambar 1. Radius Bola Bergulir

Berdasarkan perhitungan diatas dengan perhitungan radius bola bergulir terdapat hasil untuk arus puncak pada lokasi setempat yaitu sebesar 54.3 kA, untuk jarak sambaran petir ke gedung Bertingkat yaitu sebesar 134.15 m dan radius proteksi penangkal petir gedung Bertingkat, yaitu sebesar 101,12 m, dalam menyiasati hasil simulasi pada Gambar 1 yang mana tiap sisi ujung atap masih terkena sentuhan permukaan bola bergulir yang berpotensi terkena sambaran pada atap bangunan gedung, maka dapat diketahui untuk mendapatkan nilai sudut proteksi dengan melakukan optimisasi dalam pemilihan penangkal petir dengan menggunakan penangkal petir jenis aktif dengan tipe elektrostatik dengan merk Flash Vectron FV6, berikut spesifikasi penangkal petir jenis aktif, tipe elektrostatik dengan merk Flash Vectron FV6 yang akan digunakan untuk perhitungan sudut proteksinya, tertera di Tabel 4, sebagai berikut:

Tabel 4 Spesifikasi Penangkal Petir Flash Vectron FV6

Spesifikasi	
Jenis penangkal petir	Aktif - Non Radioaktif
Tipe penangkal petir	Elektrostatik
Teknologi	ESE
Negara	Indonesia
Berat	3.5 kg
Kemampuan terima arus sambaran	≤300 kA
Dimensi	280x295mm
Bahan Konduktor	Kabel Coaxial
Dimensi konduktor penghantar arus petir	2x35mm <sup>2</sup>
Tahanan Pentanahan	<5 Ω
Standard	SNI

Untuk radius daerah proteksi sesuai dengan ketinggian bangunan gedung Bertingkat yaitu 43 m, maka pembulatan pada radius wilayah proteksi yang didapat yaitu 140 m, dapat dilihat pada Tabel 5 baris nomor 6, sebagai berikut:

Tabel 5 Radius Proteksi Electrostatic Fields Terhadap Tinggi Bangunan

Tinggi Bangunan (m)	Radius Proteksi (m)
5	80
10	100
20	110
30	130
40	130
50	140
60	150
70	160
80	170
90	180
100	190
110	200

F. Menghitung Nilai Sudut Proteksi Dengan Penangkal Petir Jenis Aktif Tipe Elektrostatik Untuk menentukan nilai sudut proteksi aktual dalam perhitungan sudut empiris untuk perbandingan dari standard sudut proteksi pada Electrostatic Field Lightning Protection System, menggunakan Persamaan 11, yang disesuaikan dengan gedung Bertingkat yang mempunyai ketinggian 43 m termasuk tinggi tiang penyangga terminasi udara yang terpasang setinggi 3 m, sebagai berikut [2]:

$$\angle a^\circ = \sin^{-1} \left( 1 - \frac{h}{r_x} \right) \tag{11}$$

$$\angle a^\circ = \sin^{-1} \left( 1 - \frac{46}{140} \right)$$

$$\angle a^\circ = \sin^{-1}(0.532)$$

Sudut proteksi  $\angle a^\circ = 42.06^\circ$

h = Tinggi tiang penyangga penangkal petir dari permukaan tanah (m)  
r<sub>x</sub> = Radius proteksi elektrostatik (m)

Berdasarkan hasil perhitungan diatas menyatakan nilai untuk sudut proteksinya yaitu 42.06°, dan untuk luas radius proteksinya yang tertera pada Tabel 5 adalah 140 m, maka mengitung luas daerah proteksinya dengan Persamaan 12, sebagai berikut:

$$A_x = \pi \times r_x^2 \tag{12}$$

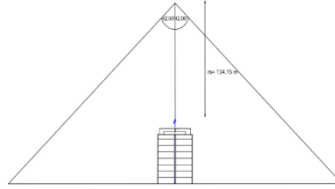
$$A_x = 3.14 \times (140^2)$$

$$A_x = 3.14 \times 19600$$

Luas daerah proteksi  $A_x = 61544 \text{ m}^2$

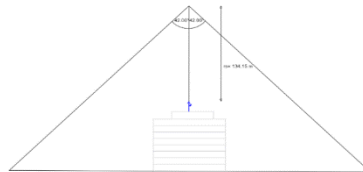
r<sub>x</sub> = Radius proteksi elektrostatik (m)

Maka, untuk hasil simulasi dari perhitungan metode sudut proteksi serta radius proteksinya, dikaji dalam Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4, sebagai berikut:

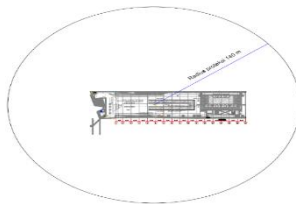


Gambar 2. Sudut Proteksi Terminasi Udara Jenis Aktif Tipe Elektrostatis Sisi Depan

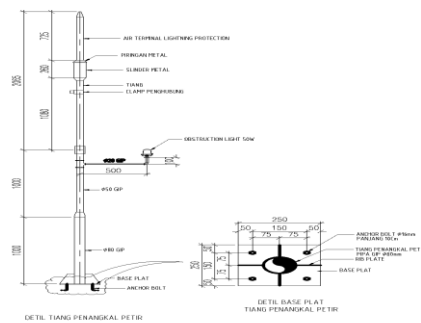
Dari output perhitungan sudut proteksi dan luas wilayah proteksi menggunakan penangkal petir jenis aktif tipe elektrostatis dengan merk Flash Vectron FV6, didapatkan output sudut proteksi dengan nilai 42.06° dengan radius proteksinya yaitu sebesar 140 m dengan jarak sambaran petir terhadap bangunan setinggi 134.15 m, yang mana sudah mampu memproteksi bangunan gedung Bertingkat dengan baik



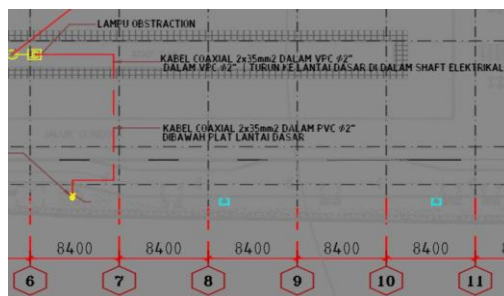
Gambar 2. Sudut Proteksi Terminasi Udara Jenis Aktif Tipe Elektrostatis Sisi Samping



Gambar 4. Radius Proteksi Terminasi Udara Jenis Aktif Tipe Elektrostatis Sisi Atas (Roof Top)



Gambar 5. Struktur Penangkal petir



Gambar 6. Konduktor Penghantar Arus Petir



- [10] A. Karta, A. Imam, M. Widyartono, dan A. Chandra, "Analisis Kebutuhan Sistem Proteksi Sambaran Petir Pada Gedung Bertingkat," *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 3, hal. 773-780, 2020.
- [11] Elliot Rappaport dan D. C. Mohla, *IEEE Std 142TM-2007 Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems*. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 2007.
- [12] Karsun, O. A. Rozak, dan M. Z. Ramadhan Nurhadi, "Penggunaan Elektrostatis Sebagai Proteksi Petir Plts on-Grid Pada Gedung B Universitas Pamulang," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3 s1, hal. 1087-1092, 2023.



# Pemanfaatan Sistem Monitoring Berbasis IoT Dan Sensor Cerdas Untuk Restorasi Ekosistem

Sri Hartanto<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Teknik Elektro, Universitas Krisnadwipayana, Jakarta 13077, Indonesia

<sup>1</sup> [srihartanto@unkris.ac.id](mailto:srihartanto@unkris.ac.id)\*

\* corresponding author

## ARTICLE INFO

Article history:

Available online 24/02/2026

Keywords:

Internet of Things,  
ecosystem restoration,  
sensor,  
monitoring system.

## ABSTRACT

Indonesia has targeted a 31.89% reduction in greenhouse gas emissions through its own efforts and up to 43.20% with international support by 2030. One of the main strategies in achieving this target is through ecosystem restoration, particularly forests and peatlands, which play a crucial role in carbon sequestration. However, restoration efforts still face challenges such as limited field data, delays in detecting ecosystem changes, and minimal technology integration in monitoring. To address these issues, this study proposes the use of an Internet of Things (IoT)-based monitoring system and smart sensors as an innovative solution. The research method used was a Literature Review, a research approach based on the collection, evaluation, and synthesis of various relevant scientific works to build a conceptual understanding of a topic. The results indicated that IoT implementation in Indonesia faces significant challenges, with network infrastructure in remote areas, limited implementation costs, uneven technical skills, and data security issues being the main obstacles. Furthermore, successful implementation requires institutional support, regulations, and local community participation to optimize the use of IoT-based monitoring systems.

© 2026 Jurnal Elektro (JETRO) All rights reserved.

## 1. Pendahuluan

Pemerintah Indonesia telah menargetkan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 29% secara mandiri, dan hingga 41% dengan dukungan internasional pada tahun 2030, sesuai dengan *Nationally Determined Contribution* (NDC). Dalam kaitannya dengan hal tersebut, Indonesia memiliki ekosistem yang beragam, mulai dari hutan hujan tropis hingga lahan gambut yang luas yang berfungsi sebagai penyerap karbon yang signifikan, meskipun juga rentan terhadap ancaman deforestasi dan kebakaran [1]. Salah satu strategi utama untuk mencapai target dalam *Nationally Determined Contribution* (NDC) adalah melalui restorasi ekosistem di Indonesia, yang mencakup rehabilitasi hutan dan lahan gambut. Dengan penerapan restorasi ekosistem, kadar karbon berlebih dapat diserap sambil meningkatkan kualitas lingkungan. Terdapat tantangan yang harus dihadapi dalam penerapan restorasi ekosistem, salah satu di antaranya adalah kurangnya monitoring lapangan yang akurat, berkelanjutan, dan secara real time [2]. Oleh karena itu, inovasi teknologi sangat diperlukan untuk meningkatkan efektivitas *monitoring* restorasi ekosistem.

*Internet of Things* (IoT) muncul sebagai teknologi yang mampu melakukan *monitoring* lingkungan yang lebih efisien [3]. Jaringan sensor yang terdapat pada IoT dapat merekam data *real time* mengenai kualitas tanah, udara, kelembaban, dan parameter lingkungan lainnya secara terus-menerus [4]. Data tersebut kemudian dapat diolah untuk menghasilkan keputusan yang lebih tepat. Penerapan IoT di sektor lingkungan hidup sejalan dengan arah global menuju digitalisasi monitoring ekosistem sehingga penggunaan IoT dalam restorasi ekosistem di Indonesia menjadi semakin mendesak [5]. Sistem *monitoring* berbasis IoT dapat memberikan deteksi dini terhadap perubahan kondisi lingkungan, yang dapat mempercepat tindakan mitigasi bencana, seperti kebakaran hutan dan banjir [6]. Hal ini akan memperkuat efektivitas strategi restorasi ekosistem sekaligus mendukung

pencapaian target penurunan emisi. Dalam hal ini, IoT berpotensi menjadi penggerak transformasi pengelolaan ekosistem di Indonesia [7].

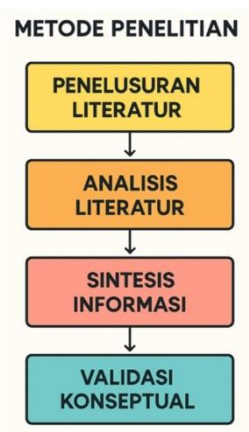
Teknologi IoT dapat terintegrasi dengan *big data* dan kecerdasan buatan. Integrasi ini memungkinkan analisis prediktif yang mampu memperkirakan risiko degradasi maupun kebakaran hutan. Prediksi yang lebih akurat akan membantu pengambil kebijakan menyiapkan langkah pencegahan sebelum kerusakan meluas [8]. Pendekatan ini juga sejalan dengan arah pembangunan Indonesia yang mengedepankan tata kelola lingkungan berbasis teknologi cerdas [9].

Meskipun memiliki potensi besar, penerapan IoT di sektor lingkungan Indonesia masih menghadapi berbagai kendala. Banyak lokasi restorasi ekosistem terletak di daerah terpencil dengan infrastruktur jaringan yang terbatas. Biaya implementasi, kebutuhan akan sumber daya manusia yang terampil, dan keamanan data juga menjadi tantangan utama [10]. Situasi ini mendorong perlunya desain sistem *monitoring* yang lebih adaptif, hemat energi, dan praktis untuk diterapkan di lapangan. Dengan cara ini, IoT dapat dioptimalkan untuk mendukung kepentingan ekosistem [11].

Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan *Literature Review* untuk meninjau potensi dan tantangan penerapan sistem *monitoring* berbasis IoT dalam restorasi ekosistem untuk mendukung target penurunan emisi Indonesia tahun 2030. Fokus kajian diarahkan pada pemanfaatan IoT dalam memantau parameter lingkungan seperti kelembaban tanah, kualitas udara, serta kondisi vegetasi yang berhubungan langsung dengan kapasitas ekosistem dalam menyerap karbon. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun rekomendasi konseptual mengenai desain sistem monitoring IoT yang adaptif, hemat energi, dan sesuai konteks geografis serta sosial Indonesia serta terintegrasi dengan kebijakan nasional guna mendukung pencapaian target rendah emisi tahun 2030.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian diperlihatkan dalam bagan alir di Gambar 1 dimana pendekatan penelitian berbasis pengumpulan, evaluasi, dan sintesis data terkait penggunaan sensor IoT dalam sistem *monitoring* restorasi ekosistem.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Tahap awal penelitian dilakukan dengan menelusuri sumber-sumber literatur dari basis data ilmiah internasional dan nasional, seperti IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, Google Scholar, serta dokumen kebijakan pemerintah terkait mitigasi perubahan iklim dan restorasi ekosistem. Pencarian literatur menggunakan kata kunci seperti *Internet of Things*, *ecosystem restoration*, *carbon emission reduction*, dan *environmental monitoring*. Dari hasil pencarian tersebut, hanya artikel, jurnal, dan laporan yang memenuhi kriteria relevansi, kebaruan, serta validitas ilmiah yang dipilih untuk dianalisis lebih lanjut. Dengan cara ini, data yang digunakan dalam penelitian memiliki kredibilitas tinggi serta sesuai dengan tujuan kajian.

Selanjutnya, literatur yang terpilih dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi pola, tren, dan temuan utama mengenai pemanfaatan IoT dalam restorasi ekosistem. Analisis mencakup tiga aspek utama, yaitu potensi IoT dalam memantau parameter lingkungan seperti kelembaban tanah, kualitas udara, dan kondisi vegetasi; integrasi IoT dengan teknologi *big data* serta kecerdasan buatan

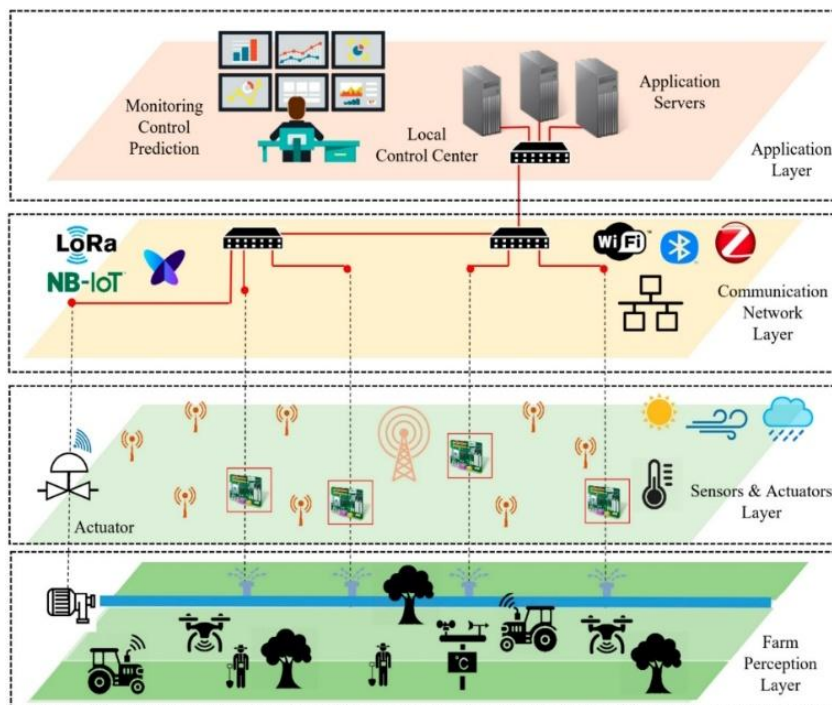
dalam mendukung analisis prediktif; serta tantangan yang dihadapi dalam implementasi IoT di Indonesia, termasuk keterbatasan infrastruktur, biaya implementasi, keterampilan teknis, dan keamanan data. Proses analisis dilakukan dengan membandingkan temuan dari berbagai penelitian untuk menemukan kesamaan maupun perbedaan, sehingga dapat diperoleh gambaran yang utuh dan kritis.

Tahap berikutnya adalah sintesis informasi, yaitu menghubungkan berbagai temuan dari literatur untuk membangun kerangka konseptual mengenai desain sistem *monitoring* berbasis IoT yang ideal bagi konteks Indonesia. Sintesis ini dilakukan dengan memperhatikan faktor geografis, sosial, dan kebijakan nasional yang memengaruhi efektivitas penerapan teknologi. Rekomendasi yang disusun menekankan pentingnya sistem yang hemat energi, mudah diterapkan di lapangan, serta mampu memberikan data *real time* yang dapat mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti.

Terakhir, validasi konseptual dilakukan dengan membandingkan hasil sintesis dengan kebijakan dan target nasional, khususnya *Nationally Determined Contribution (NDC)* Indonesia tahun 2030. Proses ini bertujuan memastikan bahwa rekomendasi yang dihasilkan memiliki relevansi langsung dengan arah pembangunan nasional serta mendukung pencapaian target rendah emisi.

### 3. Pembahasan

Teknologi *Internet of Things (IoT)* dalam restorasi ekosistem digunakan secara luas di tingkat global. Penggunaan *Internet of Things (IoT)* dalam lingkungan hidup menekankan pada kemampuan IoT dalam mengintegrasikan sensor lingkungan untuk memantau kondisi lingkungan seperti misalnya, kelembaban tanah, kualitas udara, dan tutupan vegetasi, sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 2 berikut. Penggunaan IoT dalam program restorasi ekosistem bisa memberikan data secara *real time* pada kondisi lingkungan saat ini secara lebih akurat dibandingkan metode konvensional. Data yang diperoleh dapat digunakan untuk menganalisis dinamika ekosistem secara berkesinambungan. Teknologi sensor memungkinkan pengumpulan data otomatis sehingga mengurangi ketergantungan pada survei manual yang memakan waktu dan tenaga. Efisiensi ini sangat penting untuk proyek restorasi ekosistem berskala luas, terutama di wilayah dengan akses terbatas. Dengan demikian, IoT dapat menjadi solusi efisiensi sekaligus peningkatan efektivitas.



Gambar 2. Implementasi IoT Dalam Sistem Monitoring untuk Restorasi Ekosistem

Penerapan IoT di bidang lingkungan menuntut desain sistem yang kontekstual. Kondisi geografis Indonesia yang beragam, mulai dari hutan pegunungan hingga lahan gambut, membutuhkan teknologi dengan fleksibilitas tinggi. Beberapa sensor mungkin efektif di lahan

gambut, tetapi kurang optimal di hutan pegunungan. Oleh sebab itu, rancangan sistem IoT harus memperhitungkan karakteristik ekosistem yang berbeda dimana peranti sensor dan teknologi IoT harus dirancang dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan dimana perangkat IoT digunakan. Penyesuaian ini menjadi kunci keberhasilan penerapan di lapangan. Dengan pendekatan yang tepat, IoT dapat berkontribusi untuk menjaga kelestarian lingkungan, mendeteksi potensi bencana alam lebih dini, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data oleh pemerintah maupun masyarakat.

Untuk menerapkan teknologi IoT di ekosistem lingkungan hidup yang beragam, sekumpulan jaringan sensor digunakan untuk memantau suhu tanah dan kelembaban dengan tingkat presisi tinggi. Hasil *monitoring* yang diperoleh jaringan sensor terbukti berperan penting dalam mempercepat identifikasi kerusakan lingkungan dan mengurangi dampak degradasi lebih lanjut. Dengan data yang diperoleh secara otomatis dari berbagai sensor, dapat dicegah adanya manipulasi informasi untuk mencapai transparansi guna membangun kepercayaan antara pemerintah, masyarakat, dan lembaga internasional. Dalam konteks pencapaian target emisi 2030, keterbukaan data akan memperkuat posisi Indonesia dalam diplomasi iklim global. Selain itu, IoT mendukung sistem *monitoring multi-level*, mulai dari skala lokal hingga nasional. Data sensor yang dikumpulkan dari titik-titik lapangan dapat diintegrasikan ke dalam sistem informasi nasional. Hal ini memungkinkan sinkronisasi antara kebijakan pusat dan praktik lokal. Dengan adanya integrasi ini, kebijakan dapat lebih responsif terhadap perubahan kondisi di lapangan. Integrasi multi-level ini menjadi salah satu nilai tambah utama IoT.

Pemanfaatan IoT juga mendukung pengembangan indikator keberhasilan restorasi ekosistem. Misalnya, perubahan kelembaban tanah atau tingkat kerapatan vegetasi dapat dijadikan indikator kuantitatif. Dengan adanya indikator yang terukur, evaluasi program restorasi ekosistem dapat dilakukan lebih objektif. Evaluasi berbasis data ini akan mempermudah perbaikan strategi ke depan. Dengan demikian, IoT bukan hanya alat monitoring kondisi lingkungan, tetapi juga instrumen evaluasi. Kombinasi teknologi IoT dengan teknologi big data dan kecerdasan buatan memungkinkan munculnya analisis prediktif untuk mendeteksi potensi kebakaran hutan atau degradasi lahan sebelum kerusakan meluas. Sistem yang sudah diterapkan di beberapa negara ini menunjukkan peningkatan signifikan dalam upaya mitigasi risiko lingkungan. Bagi Indonesia, teknologi ini sangat relevan mengingat tingginya ancaman kebakaran di lahan gambut. Pemanfaatan prediksi berbasis data *real time* dapat mengurangi kerugian ekologis maupun ekonomi.

Namun demikian, penerapan IoT tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi, melainkan juga dukungan regulasi dan strategi nasional. Dokumen kebijakan iklim Indonesia melalui NDC menekankan restorasi ekosistem sebagai solusi utama pengurangan emisi. Dalam konteks ini, IoT berpotensi memperkuat efektivitas program restorasi ekosistem dengan memberikan bukti ilmiah yang dapat digunakan dalam pengambilan kebijakan. Dengan adanya data berbasis sensor, perencanaan restorasi ekosistem bisa lebih akurat dan terarah. Hal ini sejalan dengan arah pembangunan berkelanjutan yang dicanangkan pemerintah.

Permasalahan yang dihadapi dalam implementasi IoT di Indonesia adalah infrastruktur jaringan di daerah terpencil yang masih terbatas, padahal sebagian besar lokasi restorasi ekosistem berada di wilayah yang sulit dijangkau. Selain itu, biaya pembangunan sistem sensor yang komprehensif tergolong tinggi. Keterbatasan ini berpotensi memperlambat adopsi teknologi IoT di lapangan. Selain itu, isu keamanan data menjadi salah satu hambatan krusial. Data lingkungan yang dikumpulkan melalui sensor IoT sangat berharga untuk pengambilan keputusan, sehingga rentan terhadap penyalahgunaan. Beberapa penelitian menekankan pentingnya penerapan protokol keamanan siber dalam setiap tahap pemrosesan data. Tanpa adanya perlindungan yang memadai, kepercayaan pemangku kepentingan dapat menurun. Oleh karena itu, faktor keamanan harus menjadi komponen utama dalam desain sistem *monitoring* IoT.

Faktor krusial lainnya dalam pemanfaatan sistem monitoring berbasis IoT adalah keterlibatan masyarakat lokal. Program yang melibatkan komunitas masyarakat terbukti lebih berkelanjutan karena ada rasa memiliki terhadap teknologi yang digunakan. Dengan pelibatan masyarakat, proses monitoring juga dapat diperluas dan lebih responsif terhadap kondisi lapangan. Hal ini relevan bagi Indonesia, di mana banyak komunitas adat hidup berdampingan dengan ekosistem penting. Keterlibatan komunitas adat dapat menjadi modal sosial untuk keberhasilan monitoring kondisi lingkungan IoT. Kolaborasi antara pemerintah, akademisi, sektor swasta, dan organisasi masyarakat sipil dapat menghasilkan ekosistem kerja sama yang memperkuat kapasitas implementasi. Untuk Indonesia, model kolaboratif ini dapat menjadi solusi untuk mengatasi keterbatasan sumber daya. Sinergi lintas sektor akan mempercepat pencapaian target emisi rendah 2030. Tabel 1 berikut

menunjukkan efektifitas penggunaan IoT di 50 lokasi titik penempatan sensor IoT sebagai sistem *monitoring* restorasi ekosistem.

**Tabel 1. Efektifitas Penggunaan IoT**

Variabel	Sebelum IoT	Sesudah IoT	Selisih (%)
Akurasi Data Monitoring (%)	68.4 ± 6.8	88.7 ± 5.4	+29.7%
Waktu Deteksi Degradasi (hari)	12.6 ± 3.1	7.2 ± 2.4	-42.8%
Efisiensi Biaya Operasional (%)	100 ( <i>baseline</i> )	72.5 ± 8.3	-27.5%
Ketepatan Prediksi Kebakaran (%)	61.3 ± 7.5	82.9 ± 6.1	+35.2%
Kecepatan Pelaporan Data (jam)	24.0 ± 0	2.1 ± 0.8	-91.2%
Skor Transparansi Data (0-100)	65.7 ± 5.9	86.5 ± 4.8	+31.7%

Implementasi sistem *monitoring* berbasis IoT pada 50 titik sensor menunjukkan perubahan yang signifikan jika dibandingkan dengan metode konvensional. Pada variabel akurasi data *monitoring*, sebelum menggunakan IoT tingkat akurasi rata-rata berada pada 68,4%, sedangkan setelah implementasi IoT meningkat menjadi 88,7%, dengan kenaikan sebesar 29,7%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor *real-time* mampu menghasilkan data yang lebih presisi dan konsisten dibandingkan metode manual.

Untuk waktu deteksi degradasi lingkungan, sebelum IoT diperlukan rata-rata 12,6 hari untuk mengidentifikasi perubahan kondisi lingkungan, sedangkan setelah menggunakan IoT waktu tersebut menurun menjadi 7,2 hari, atau terjadi percepatan sebesar 42,8%. Penurunan ini menunjukkan kemampuan sistem dalam memberikan peringatan dini secara lebih cepat. Pada aspek efisiensi biaya operasional, metode konvensional dijadikan baseline (100%), sementara setelah penerapan IoT biaya operasional turun menjadi 72,5%, sehingga terjadi penghematan sebesar 27,5%. Ini menunjukkan bahwa otomatisasi sensor mengurangi kebutuhan survei manual dan tenaga lapangan.

Dalam ketepatan prediksi kebakaran, sebelum IoT tingkat ketepatan berada pada 61,3%, sedangkan setelah integrasi IoT dan analitik meningkat menjadi 82,9%, dengan peningkatan sebesar 35,2%. Peningkatan ini mengindikasikan efektivitas sistem prediktif berbasis data real-time. Untuk kecepatan pelaporan data, sebelum IoT laporan dikirim setiap 24 jam, sedangkan setelah IoT menjadi rata-rata 2,1 jam, atau mengalami percepatan sebesar 91,2%. Ini menunjukkan transformasi signifikan dari sistem periodik menjadi hampir real-time.

Terakhir, pada skor transparansi data, sebelum IoT skor rata-rata sebesar 65,7, dan meningkat menjadi 86,5 setelah implementasi, dengan kenaikan 31,7%. Hal ini menunjukkan peningkatan keterbukaan dan keandalan data lingkungan.

Secara keseluruhan, seluruh variabel menunjukkan tren peningkatan kinerja yang konsisten setelah implementasi IoT, dengan selisih peningkatan berkisar antara 27% hingga 91%, yang mengindikasikan dampak substantif terhadap efektivitas *monitoring* restorasi ekosistem.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan interpretasi hasil simulasi pada 50 titik sensor, dapat disimpulkan bahwa implementasi teknologi Internet of Things (IoT) secara signifikan meningkatkan efektivitas sistem *monitoring* restorasi ekosistem dibandingkan metode konvensional. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan akurasi data dari 68,4% menjadi 88,7% (naik 29,7%), percepatan deteksi degradasi lingkungan sebesar 42,8%, serta peningkatan ketepatan prediksi kebakaran sebesar 35,2%. Selain itu, sistem IoT mampu menurunkan biaya operasional sebesar 27,5% dan mempercepat pelaporan data hingga 91,2%, yang mencerminkan transformasi menuju sistem *monitoring* berbasis real-time yang lebih responsif dan efisien. Peningkatan skor transparansi data sebesar 31,7% juga menunjukkan adanya penguatan akuntabilitas dan kepercayaan pemangku kepentingan. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa integrasi IoT dalam restorasi ekosistem tidak hanya meningkatkan kinerja teknis *monitoring*, tetapi juga memperkuat efisiensi operasional, respons kebijakan, dan tata kelola lingkungan berbasis data.

## Referensi

- [1] Aswaldi, H. (2025). Penerapan Teknologi Internet of Things ( IoT ) untuk Monitoring kondisi lingkungan Kualitas Udara dalam Ruangan. 1(2), 39–45.
- [2] Fazli, R. N., Manilet, A. B., & Al-farizi, M. M. (2025). Integrasi Big data dan Internet of Things ( IoT) dalam Transformasi Digital : Peluang , Tantangan , dan Implikasinya terhadap Pengambilan Keputusan. 9, 24545–24551.
- [3] Hartanto, Sri (2025). WASTE COLLECTION DEVICE IN RIVER WITH ULTRASONIC. 1, 1–6.
- [4] Hartanto, Sri, Nurbayan, Priyono, T. O., Wiharja, U., Hakim, T. D., Slamet Purwo Santosa, Bayu Kusumo, Al Bahar, A. K., Naibaho, N., & Aditya, L. (2023). Peningkatan Kewaspadaan Masyarakat Kelurahan Jaticempaka, Bekasi Terhadap Banjir dengan Alat Pendeteksi Banjir. *Transformatif : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 163–172. <https://doi.org/10.22515/tranformatif.v4i2.7120>
- [5] NASIONAL/BAPPENAS, K. P. P. (2025). Strategi Dan Penahapan Pembangunan Rendah Karbon Dalam Rppjn 2025-2045. 1–79.
- [6] Octaviano, A., Sofiana, S., Agustino, D. O., & Rosyani, P. (2022). Monitoring Kualitas Udara Berbasis Internet O Things. *Media Online*), 3(2), 147–156. <https://djournals.com/klik>
- [7] Ramadhan, L. P. (2025). Analisis Deforestasi dan Degradasi Terhadap Lingkungan Hidup. *BELEID: Journal of Administrative Law and Public Policy*, 3(1), 91–109.
- [8] Reffy Adrian, M., Jend Yani, J. A., Naga, K., & Kota Kisaran Timur, K. (2025). Analisis Pengaruh Teknologi IoT terhadap Optimalisasi Efisiensi Smart City. *Merkurius : Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika*, 3(2), 26–35. <https://journal.arteei.or.id/index.php/Merkurius/article/view/702>
- [9] Sholikhuddin, M., Yama, R., & Sakti, A. W. (2022). Kumpulan Karya Tulis Ilmiah Tingkat Nasional 2022 Institut Teknologi Telkom Surabaya SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGS). 129–142.
- [10] Syaharani, S., & Tavares, M. A. (2020). Nasib Target Emisi Indonesia: Pelemahan Instrumen Lingkungan Hidup di Era Pemulihan Ekonomi Nasional. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 7(1), 1–27. <https://doi.org/10.38011/jhli.v7i1.212>
- [11] Wijaya, A. Z., Anisa, F., & Ginting, R. E. (2025). Penerapan Teknologi Internet of Things dalam Sistem Peringatan Dini Tsunami untuk Penguatan Strategi Mitigasi Bencana. *Warta Dharmawangsa*, 19(1), 231–239. <https://doi.org/10.46576/wdw.v19i1.5541>.



# Monitoring dan Analisis QoS Jaringan Wireless LAN di Gedung Harni Koesno: Studi Kasus dengan Wireshark dan Thiphone

Slamet Purwo S<sup>1,\*</sup>, Ahmad Tajuddin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program studi teknik elektro, Universitas Krisnadwipayana, Bekasi 13077, Indonesia

<sup>1</sup> [slametpurwo@unkris.ac.id](mailto:slametpurwo@unkris.ac.id); [ahmadtajuddin1994@gmail.com](mailto:ahmadtajuddin1994@gmail.com)<sup>2</sup>

\* corresponding author

## ARTICLE INFO (8pt)

Available online 24/02/2026

### Keywords:

Delay,  
Jitter,  
Packet Loss,  
QoS,  
WLAN

## ABSTRACT

*This study examines the quality of the Wireless LAN (WLAN) network at Harni Koesno Building, Department of Midwifery, Poltekkes Kemenkes Jakarta III, focusing on Quality of Service (QoS) analysis. The aim is to measure and evaluate WLAN QoS performance through aspects such as delay, bandwidth, jitter, and packet loss. Data collection techniques included direct observation, network analysis software and user surveys. The results show a delay of 22.22 ms, 0% packet loss, and 68.70 ms jitter, all categorized as "Excellent" according to Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) standards. This study aims to offer an overview of QoS of the WLAN network in Harni Koesno Building and propose recommendations for network performance improvements, with the goal of enhancing user satisfaction within the Poltekkes environment, particularly in Harni Koesno Building.*

© 2026 Jurnal Teknokris All rights reserved.

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi kini berkembang dengan sangat cepat, yang menyebabkan perubahan yang cukup besar dalam kehidupan manusia. Jaringan komputer telah menjadi elemen penting dalam berbagai aspek kehidupan, baik dalam konteks organisasi maupun individu, karena menawarkan keuntungan seperti efisiensi dan kemudahan dalam penggunaannya. Untuk memperoleh manfaat yang maksimal, penting bagi pemilik jaringan dan penyedia layanan Internet Service Provider (ISP) untuk memastikan bahwa jaringan yang disediakan memiliki kinerja yang optimal [1]

Poltekkes Kemenkes Jakarta III, merupakan sebuah institusi pendidikan di Bekasi dengan beberapa jurusan, telah mengimplementasikan WLAN untuk mendukung komunikasi dan aktivitas pendidikan. Namun banyak hal yang masih menjadi kendala seperti bandwidth yang terbatas yang menyebabkan akses internet menjadi tidak stabil. Untuk mengetahui kualitas jaringan ini maka diperlukan suatu analisa yang bertujuan untuk menganalisa kualitas jaringan WLAN di Jurusan Kebidanan. Untuk mempermudah mengidentifikasi masalah kualitas jaringan ini diperlukan sebuah perangkat lunak Wireshark[1], [2].

Manfaat teoritis dan praktis dari pengukuran yang dilakukan ini diharapkan dapat menjadi acuan ataupun panduan bagi pihak-pihak terkait serta dapat memberikan kontribusi dalam pengelolaan jaringan WLAN di Poltekkes Kemenkes Jakarta III, khususnya untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan penelitian.

## 2. Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pendekatan secara kuantitatif yang terdiri dari lima fase utama. Fase konseptual sebagai tahap awal meliputi identifikasi masalah dan studi literatur. Dilanjutkan dengan fase perancangan yang mencakup perancangan model penelitian, kebutuhan perangkat keras dan lunak, serta parameter penelitian. Pada fase empiris dilakukan pengumpulan data melalui pengujian end to end dengan mengambil sampel beberapa paket ping dan transfer data untuk mengukur parameter bandwidth, delay, jitter, dan packet loss pada jam sibuk. Fase analitik melibatkan pengolahan data dan evaluasi menggunakan standar Tiphon, sedangkan fase diseminasi merupakan tahap pembuatan laporan hasil penelitian. Penelitian dilaksanakan di Gedung Harni Koesno Jurusan Kebidanan Poltekkes Kemenkes Jakarta III. Variabel penelitian

mencakup pengamatan bandwidth, delay, packet loss, dan jitter menggunakan perangkat lunak Wireshark. Metode pengumpulan data dilakukan melalui observasi struktur jaringan WLAN, dan monitoring jaringan menggunakan perangkat keras berupa access point dan perangkat lunak Wireshark[1], [12].

### 2.1 Quality of Service

Quality of Service (QoS) adalah matrik untuk yang digunakan untuk mengevaluasi kemampuan jaringan dalam menyediakan layanan berkualitas sesuai kebutuhan pengguna. Keuntungan menggunakan QoS termasuk prioritas pada aplikasi penting, optimalisasi investasi jaringan, peningkatan kinerja untuk aplikasi sensitif latensi, dan adaptasi terhadap perubahan lalu lintas jaringan. Metode QoS ini memiliki beberapa keunggulan diantaranya: [3] [4] [5]:

- a) Memberikan sebuah prioritaskan aplikasi penting dalam suatu jaringan.
- b) Mengoptimalkan penggunaan jaringan yang tersedia.
- c) Meningkatkan kualitas kinerja pada aplikasi yang sensitif terhadap latensi, seperti video dan suara.
- d) Dapat menanggapi perubahan pada traffic jaringan.

### 2.2 Indeks Parameter QoS

Indeks parameter QoS (Quality of Service) pada jaringan WLAN digunakan untuk mengukur dan menjamin kualitas layanan jaringan dalam mengirimkan data, suara, atau video secara efisien. Dalam menentukan QoS ada beberapa besaran kualitas pada parameter QoS yaitu [6]:

- a) Sangat Memuaskan: 95-100% dengan indeks 4
- b) Memuaskan: 75-94,75% dengan indeks 3
- c) Kurang Memuaskan: 50-74,75% dengan indeks 2
- d) Jelek: 25-49,75% dengan indeks 1

### 2.3 Parameter QoS

Parameter-parameter yang harus diperhatikan dalam menentukan quality of service (QoS) antara lain:

#### 2.3.1 Bandwidth

Merupakan kapasitas transmisi sebuah kabel ethernet, yang memungkinkan data melewatinya, biasanya diukur dalam bit per detik (bps). Standar Nasional Pendidikan Tinggi (SNPT) tahun 2013 Pasal 39 Ayat 4 menetapkan jika perguruan tinggi harus menyediakan bandwidth minimal 5 kbps per mahasiswa [7].

#### 2.3.2 Packet loss

Merujuk pada persentase data yang gagal mencapai tujuan dalam sebuah jaringan, kondisi ini mengindikasikan adanya kelebihan beban atau kesibukan pada jaringan. Hal ini berpengaruh secara langsung terhadap kinerja dari sebuah jaringan; semakin tinggi tingkat packet loss, semakin rendah performa jaringan. Berdasarkan standar Tiphon, packet loss dapat dikelompokkan menjadi empat tingkat: sangat baik (0%), baik (3%), cukup (15%), dan buruk (25%). Packet loss dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Packet loss} = \frac{(\text{dikirm}-\text{diterima})}{\text{diterima}} \times 100 \quad (1)$$

#### 2.3.3 Delay

Jaringan menunjukkan waktu yang dibutuhkan agar data atau informasi tiba di tujuannya. Tingkat delay mempengaruhi keputusan pengaturan jaringan, seperti mengalihkan data ke jalur alternatif atau menambah kapasitas untuk mengurangi kelebihan beban. Standar Tiphon mengelompokkan delay menjadi empat kategori: sangat baik (<150 ms), baik (150-300 ms), cukup (300-450 ms), dan buruk (>450 ms). Untuk nilai delay rata-rata dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Delay rata - rata} = \frac{\text{total delay}}{\text{jumlah paket}} \quad (2)$$

#### 2.3.4 Jitter

Jaringan ip mengacu pada variabilitas waktu antar paket yang disebabkan oleh beban trafik dan tabrakan paket, yang dapat menurunkan kualitas layanan (QoS). Nilai jitter yang lebih tinggi menunjukkan kemacetan yang lebih besar dalam jaringan. Menurut standar Tiphon, performa jaringan ip dapat dibedakan menjadi empat kelompok berdasarkan nilai jittersnya: sangat bagus (0 ms), bagus (75 ms), sedang (125 ms), dan jelek (225 ms) [6], [8]. Nilai jitter dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Jitter} = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{Total Paket yang diterima} - 1} \quad (3)$$

Penelitian ini juga membahas jenis-jenis jaringan komputer termasuk lan, man, wan, dan lainnya, dengan fokus pada wlan di gedung harni koesno, jurusan kebidanan poltekkes kemenkes jakarta III. Wireshark digunakan menganalisis QoS, terutama pada parameter bandwidth, packet loss, delay, dan jitter yang sesuai dengan standar Tiphon, bertujuan untuk meningkatkan kualitas jaringan wlan di lokasi studi.

#### 2.4 Wireless Local Area Network

Wireless Local Area Network (WLAN), yang sering disebut Wi-Fi, adalah teknologi jaringan tanpa kabel yang memungkinkan suatu perangkat dapat terhubung dengan perangkat yang lain tanpa menggunakan kabel secara fisik seperti komputer, printer, dan server untuk saling terhubung, seperti komputer, printer, dan server. WLAN beroperasi berdasarkan standar IEEE 802.11, dikenal dengan nama Wireless Fidelity[9]. Produk Wi-Fi yang telah tersertifikasi oleh Wi-Fi Alliance menjamin keandalan, keamanan, dan kompatibilitas antar perangkat. Sertifikasi ini ditandai dengan logo Wi-Fi Certified. Standar Wi-Fi meliputi beberapa generasi teknologi (802.11b, g, a, n, ac), dengan spesifikasi berbeda terkait laju data dan frekuensi operasi [10]. Perkembangan WLAN mencakup peningkatan kapasitas transmisi data dan penggunaan frekuensi yang lebih efisien, memudahkan akses internet di area hotspot.

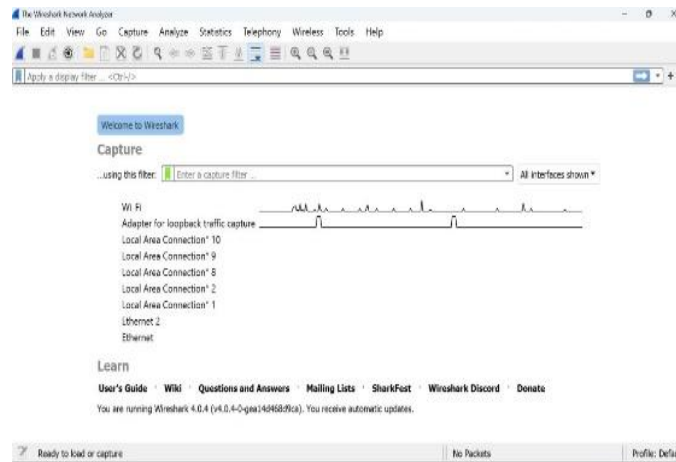
#### 2.5 Wireshark

Wireshark versi 4.0.4 adalah sebuah aplikasi untuk menganalisa paket jaringan yang memungkinkan pengguna untuk menangkap dan menampilkan detail paket jaringan untuk memeriksa aktivitas jaringan secara mendalam. Aplikasi ini merupakan salah satu alat open source gratis terbaik untuk menganalisa jaringan, memudahkan para peneliti dalam monitoring dan analisa kualitatif kinerja jaringan, termasuk bandwidth, delay, packet loss, dan jitter [11]. Untuk ikon wireshark pada desktop dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Icon Wireshark Versi.4.0.4 (sumber wireshark.org)

Wireshark sangat berguna untuk penelitian di lingkungan seperti Gedung Jurusan Kebidanan Poltekkes Kemenkes Jakarta III ini, di mana pemantauan jaringan menjadi kunci dalam menentukan performa jaringan yang optimal [12], untuk tampilan utama wireshark dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Utama Wireshark

## 2.6 Tiphon

Tiphon (Telecoms and Internet Protocol Harmonized over the Network) standar yang dikembangkan oleh ETSI untuk menyelaraskan teknologi telekomunikasi dan protokol internet dalam jaringan. Tujuannya adalah untuk memungkinkan interoperabilitas antara berbagai sistem telekomunikasi dan layanan berbasis IP (Internet Protocol), seperti suara, data, dan video, yang berjalan di jaringan yang berbeda. [6].

## 3 Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Variabel yang diukur

Dalam penelitian pengukuran Quality of Service (QoS) jaringan WLAN, terdapat empat variabel utama yang akan diukur [6], [5], [13] :

- A. Bandwidth: Tinggi nilai bandwidth menunjukkan kapasitas data yang lebih besar per detik dan kualitas akses internet yang lebih baik bagi pengguna, dengan mempertimbangkan jumlah pengguna lain pada jaringan yang sama [14].
- B. Delay: Nilai delay yang rendah menandakan kualitas jaringan yang lebih baik, memungkinkan paket data diterima lebih cepat. Nilai delay yang tinggi menurunkan kualitas jaringan karena memperlambat penerimaan data.
- C. Packet Loss: Kualitas jaringan lebih baik dengan nilai packet loss yang rendah, menunjukkan minimnya data yang hilang atau terbuang. Nilai packet loss yang tinggi mengindikasikan kualitas jaringan yang buruk.
- D. Jitter: Nilai Jitter yang rendah mengindikasikan stabilitas dan kualitas jaringan yang baik, sementara nilai Jitter yang tinggi menunjukkan kinerja jaringan yang buruk.

### 3.2 Topologi Gedung Harni Koesno Jurusan Kebidanan

Topologi jaringan utama yang digunakan dalam jaringan WLAN Jurusan Kebidanan Poltekkes Kemenkes Jakarta III seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. Berikut adalah hasil dari penelitian jaringan WLAN di Gedung Harni Koesno Jurusan Kebidanan Poltekkes Kemenkes Jakarta III menggunakan aplikasi Wireshark yang telah diteliti pada tanggal 1 Juni sampai dengan 30 Juni 2023. Hasil monitoring jaringan WLAN Gedung Harni Koesno Jurusan Kebidanan. Dari topologi diatas dapat dijelaskan, bahwa untuk pengambilan data penelitian perangkat yang akan digunakan sudah siap dan juga sudah terinstal aplikasi Wireshark untuk dapat merekam data Bandwidth, Delay, Packet Loss, dan Jitter. [15] [16]



Gambar 3. Topologi Jaringan WLAN Jurusan Kebidanan

### 3.2.1 Bandwidth

Proses pengambilan data pada access point Hotspot di Poltekkes Jakarta III ini di Gedung Harni Koesno Jurusan Kebidanan Poltekkes Kemenkes Jakarta III menurut Kepala Unit Teknologi Infotmasi Poltekkes Kemenkes Jakarta III berdasarkan informasi dari perusahaan Internet Service Provider (ISP) bandwidth yang disediakan sebesar maksimal 40 Mbps untuk setiap Jurusan.

### 3.2.2 Delay

Proses pengambilan data pada access point Hotspot di Poltekkes Jakarta III ini di Gedung Harni Koesno Jurusan Kebidanan Poltekkes Kemenkes Jakarta III dilakukan pengambilan data dalam dua sesi waktu yaitu sesi pertama dari pukul 09.00 hingga pukul 12.00 WIB dan sesi kedua dari pukul 13.00 hingga pukul 16.00 WIB. Berikut adalah hasil dari penelitian jaringan WLAN di Gedung Harni Koesno Jurusan Kebidanan Poltekkes Kemenkes Jakarta III menggunakan aplikasi Wireshark.

TABEL 1 NILAI DELAY PADA ACCESS POINT HOTSPOT POLTEKES II

No	Hari /Tanggal	Waktu	Delay (ms)			Kategori
			Total Delay (s)	Total Paket (n)	Average (ms)	
1	Rabu, 14 Juni 2023	09.00 – 12.00	11.582,39	901.403	12,48	Sangat Bagus
		13.00 – 16.00	10.446,15	756.146	13,81	Sangat Bagus
2	Kamis, 15 Juni 2023	09.00 – 12.00	10.829,62	661.554	16,36	Sangat Bagus
		13.00 – 16.00	10.143,84	943.434	10,75	Sangat Bagus
3	Senin, 19 Juni 2023	09.00 – 12.00	13.927,76	931.154	14,95	Sangat Bagus
		13.00 – 16.00	9.800,18	624.848	15,68	Sangat Bagus
4	Rabu, 21 Juni 2023	09.00 – 12.00	46.109,92	908.405	50,75	Sangat Bagus
		13.00 – 16.00	12.698,22	958.290	13,25	Sangat Bagus
5	Kamis, 22 Juni 2023	09.00 – 12.00	15.862,95	665.843	23,82	Sangat Bagus
		13.00 – 16.00	10.519,86	607.207	17,32	Sangat Bagus
6	Selasa, 27 Juni 2023	09.00 – 12.00	20.323,64	681.073	29,84	Sangat Bagus
		13.00 – 16.00	9.876,89	851.565	11,59	Sangat Bagus
7	Rabu, 5 Juli 2023	09.00 – 12.00	11.281,25	902.947	12,49	Sangat Bagus
		13.00 – 16.00	9.749,89	143.355	68,01	Sangat Bagus
Rata-rata					22,22	Sangat Bagus

Dari tabel data di atas didapat nilai rata-rata delay sebesar 22,22 ms pada access point Hotspot Poltekkes Jakarta III yang masuk dalam kategori sangat bagus yaitu <150 ms menurut standar Tiphon[6].

### 3.2.3 Packet Loss

Proses pengambilan data pada access point Hotspot Poltekkes Jakarta III ini di Gedung Harni Koesno Jurusan Kebidanan Poltekkes Kemenkes Jakarta III dilakukan pengambilan data dalam dua sesi waktu yaitu sesi pertama dari pukul 09.00 hingga pukul 12.00 WIB dan kemudian sesi kedua mulai pukul 13.00 hingga pukul 16.00 WIB

Berdasarkan hasil monitoring packet loss menggunakan perangkat lunak Wireshark diperoleh data sebagai berikut :

TABEL 2 NILAI PACKET LOSS PADA ACCESS POINT HOTSPOT POLTEKKES JAKARTA III

No	Hari /Tanggal	Waktu (WIB)	Packet Loss				Kategori
			Dikirim	Diterima	%	Lost	
1	Rabu, 14 Juni 2023	09.00 – 12.00	901.403	901.403	100	0	Sangat Bagus
		13.00 – 16.00	756.146	756.146	100	0	Sangat Bagus
2	Kamis, 15 Juni 2023	09.00 – 12.00	661.554	661.554	100	0	Sangat Bagus
		13.00 – 16.00	943.434	943.434	100	0	Sangat Bagus
3	Senin, 19 Juni 2023	09.00 – 12.00	931.154	931.154	100	0	Sangat Bagus
		13.00 – 16.00	624.848	624.848	100	0	Sangat Bagus
4	Rabu, 21 Juni 2023	09.00 – 12.00	908.405	908.405	100	0	Sangat Bagus
		13.00 – 16.00	958.290	958.290	100	0	Sangat Bagus
5	Kamis, 22 Juni 2023	09.00 – 12.00	665.843	665.843	100	0	Sangat Bagus
		13.00 – 16.00	607.207	607.207	100	0	Sangat Bagus
6	Selasa, 27 Juni 2023	09.00 – 12.00	681.073	681.073	100	0	Sangat Bagus
		13.00 – 16.00	851.565	851.565	100	0	Sangat Bagus
7	Rabu, 5 Juli 2023	09.00 – 12.00	902.947	902.947	100	0	Sangat Bagus
		13.00 – 16.00	143.355	143.355	100	0	Sangat Bagus

### 3.2.4 Jitter

Proses pengambilan data pada access point Hotspot Poltekkes Jakarta III ini di Gedung Harni Koesno Jurusan Kebidanan Poltekkes Kemenkes Jakarta III dilakukan pengambilan data dalam 2 sesi yaitu sesi waktu pertama dari mulai pukul 09.00 hingga pukul 12.00 WIB dan kemudian sesi kedua dari pukul 13.00 hingga pukul 16.00 WIB.

Pada penelitian untuk menghitung nilai Jitter , penulis melakukan perhitungan secara manual menggunakan rumus yang sudah ditetapkan. Dari hasil monitoring Jitter menggunakan perangkat lunak Wireshark telah didapat hasil pada Tabel 3.

Tabel 3 Nilai Jitter pada Access Point Hotspot Poltekkes Jakarta III

No	Hari /Tanggal	Waktu (WIB)	Jitter (ms)			Kategori
			Total Variasi Delay (s)	Total Paket – 1	Jitter (ms)	
1	Rabu, 14 Juni 2023	09.00 – 12.00	32.099,77	901402	35,61	Bagus
		13.00 – 16.00	38533,43	756145	50,96	Bagus
2	Kamis, 15 Juni 2023	09.00 – 12.00	38426,01	661553	58,08	Bagus
		13.00 – 16.00	25258,23	943433	26,77	Bagus
3	Senin, 19 Juni 2023	09.00 – 12.00	43080,43	931153	46,26	Bagus
		13.00 – 16.00	34193,21	624847	54,72	Bagus
4	Rabu, 21 Juni 2023	09.00 – 12.00	46109,92	908404	50,75	Bagus
		13.00 – 16.00	44135,23	958289	46,05	Bagus
5	Kamis, 22 Juni 2023	09.00 – 12.00	61249,05	665842	91,98	Sedang
		13.00 – 16.00	32017,22	607206	52,72	Bagus
6	Selasa, 27 Juni 2023	09.00 – 12.00	76341,94	681072	112,09	Sedang
		13.00 – 16.00	28410,22	851564	33,36	Bagus
7	Rabu, 5 Juli 2023	09.00 – 12.00	34672,01	902946	38,39	Bagus
		13.00 – 16.00	37864,72	143354	264,13	Jelek
Rata-rata					68,705	Bagus

Nilai Total Variasi Delay dan Jitter untuk access point Hotspot Poltekkes Jakarta III tercatat 68,705 ms, yang menurut Tiphon [6], nilai ini masuk dalam kategori bagus.

#### 4 Kesimpulan

Kesimpulan dari pengukuran QoS (Quality of Service) pada jaringan WLAN gedung Harni Koesno, jurusan kebidanan Poltekkes Kemenkes Jakarta III adalah Bandwidth yang disediakan untuk setiap jurusan sebesar 40MBps sudah cukup mendukung untuk jaringan WLAN gedung Harni Koesno, jurusan kebidanan Poltekkes Kemenkes Jakarta III. Dari hasil analisa QoS (Quality Of Serfice) Jaringan Wireless LAN (Local Area Network) di Gedung Harni Koesno Jurusan Kebidanan Poltekkes Kemenkes Jakarta III didapat kesimpulan bahwa kualitas rata-rata delay 22,22 ms (Sangat Bagus) menurut standar Tiphon yang menunjukkan bahwa jaringan berfungsi secara maksimal. Untuk rata-rata nilai packet loss 0% (Sangat Bagus), dengan nilai 05% dapat dipastikan hamper tidak ada paket data yang hilang. Untuk nilai jitter adalah 68,70 ms (Sangat Bagus) dari access point tersebut termasuk dalam kategori yang Memuaskan menurut standar Tiphon.

#### Daftar Pustaka

- [1] M. R. Marza, S. Safaruddin, and A. Azhari, 2022 Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Pada Admin Building PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. Berbasis Wireshark, COMSERVA J. Penelit. Dan Pengabd. Masy., vol. 2, no. 6, pp. 774–784, 2022.
- [2] E. Budiman, 2016 Analisis Spasial Data Jaringan Internet Service Provider Di Kecamatan Sungai Pinang Kota Samarinda Berbasis Mobile, Ilk. J. Ilm., vol. 8, no. 1, Art. no. 1, doi: 10.33096/ilkom.v8i1.5.1-8.
- [3] R. Farizki, 2024 Analisis QOS Jaringan Internet Pada SMK Yadika 2, Nusant. J. Multidiscip. Sci., vol. 1, no. 6, pp. 187–200, 2024.
- [4] M. S. Rafinaldo, I. Iskandar, N. S. Harahap, and R. M. Candra, 2023 Analisis Kualitas Jaringan Internet pada SMK Menggunakan Metode Quality of Service, KLIK Kaji. Ilm. Inform. Dan Komput., vol. 3, no. 6, pp. 977–984.
- [5] I. Nurrobi, K. Kusnadi, and R. Adam, 2020 PENERAPAN METODE QoS (QUALITY OF SERVICE) UNTUK MENGANALISA KUALITAS KINERJA JARINGAN WIRELESS, J. Digit Digit. Inf. Technol., vol. 10, no. 1, doi: 10.51920/jd.v10i1.155.
- [6] "ETSI THIPON, 1999-06.pdf."
- [7] Anggi Wahyudi, Aulia Fitriul Hadi, RiniSovia, 2020 Performance Analysis with Wireless Lan Networks Using the Quality Of Service Method. <http://jitce.fti.unand.ac.id/index.php/JITCE/article/download/54/43>

- [8] R. Febriyan, 2019, Analisis Quality of Services (QoS) Jaringan Internet Berbasis Wireless LAN pada Layanan Internet Service Provider (ISP): Studi Kasus PT Grahamedia Informasi,” Thesis, Program Studi Teknik Informatika FTI-UKSW,
- [9] I. N. A. Prahara and I. R. Widiyari, 2023 Implementasi Metode Received Signal Strength Indication dan Quality of Service Terhadap Analisis Kualitas Jaringan Wireless di CV Java Media Perdana Pati, J. JTik J. Teknol. Inf. Dan Komun., vol. 7, no. 4, Art. no. 4, Oct. 2023, doi: 10.35870/jtik.v7i4.1025.
- [10] M. R. Kamil, F. Arzalega, R. Rosalinda, and A. Sani, 2023 Analisis Kualitas Layanan Jaringan Internet Wifi PT.XYZ Dengan Metode QoS (Quality Of Service), J. Bid. Penelit. Inform., vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Feb. 2023.
- [11] R. Sharpe, E. Warnicke, and U. Lamping, 2020 “Wireshark User’s Guide: Version 4.3.0”.
- [12] T. A. Tamsir, E. Saputra, Kundari, and M. T. Farizky, 2023 ANALISIS PAKET ICMP WEBSITE UNIVERSITAS BINADARMA MENGGUNAKAN WIRESHARK, STORAGE J. Ilm. Tek. Dan Ilmu Komput., vol. 2, no. 2, Art. no. 2, May 2023, doi: 10.55123/storage.v2i2.1956.
- [13] I. P. Sari, 2022 Evaluasi Kualitas Jaringan Internet Pemerintah Daerah Kota Padang Panjang Menggunakan Metode Quality of Service, J. Sistim Inf. Dan Teknol., pp. 25–29, 2022.
- [14] M. Badrul and A. Akmaludin, 2019 “IMPLEMENTASI QUALITY OF SERVICES (QOS) UNTUK OPTIMALISASI MANAJEMEN BANDWIDTH,” PROSISKO J. Pengemb. Ris. Dan Obs. Sist. Komputer., vol.6, no.1, 2019, <http://ejurnal.lppmunsera.org/index.php/PROSISKO/article/view/1120>
- [15] Vanny Andini, Lipur Sugiyanta, and Bachren Zaini, 2020 ANALISIS KINERJA PARAMETER THROUGHPUT DAN DELAY AKSES INETRNET DI SMK KARYAGUNA JAKARTA SELATAN, PINTER J. Pendidik. Tek. Inform. Dan Komput., vol. 4, no. 2, pp. 41–44, Dec. 2020, doi: 10.21009/pinter.4.2.8.
- [16] T. D. Purwanto, 2014 Analisis Qos Wireless Lan pada Perangkat Access Point 802.11g, J. Ilm. Matrik, pp. 125–134, Aug. 2014.



# Rancang Bangun Sistem Moitoring Pada Motor Induksi 3 Fasa

Den Anjar Nuri Al Hady<sup>1,\*</sup>, Ujang Wiharja<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

<sup>1</sup> [denanjarnah@gmail.com](mailto:denanjarnah@gmail.com)\*; <sup>2</sup> [ujangwiharja@unkris.ac.id](mailto:ujangwiharja@unkris.ac.id)

\*corresponding author

## ARTICLE INFO (8pt)

Available online 24/02/2026

### Keywords:

Node,  
Blynk,  
sensor,  
microcontroller.

## ABSTRACT (8pt)

*In industrial manufacturing, electricity is one of the most critical resources for sustaining operations, particularly production activities. Therefore, electrical systems must remain in optimal condition, ideally operating continuously without interruption. Proper maintenance and periodic monitoring are essential to ensure reliability. Failures in production machinery often arise from multiple factors, not only disturbances in the power supply but also external interferences such as animals.*

*To address these challenges, a Three-Phase Current and Voltage Monitoring Device was developed to facilitate real-time monitoring of all production panels without requiring direct on-site inspection, thereby improving time efficiency. The system employs a NodeMCU microcontroller integrated with a PZEM-004T sensor, utilizing an IoT-based platform via Blynk. The measurement error achieved is approximately 0.54%.*

*The advantage of this monitoring tool lies in its ability to identify the cause of phase trips when the flowing current exceeds the protection settings, thereby simplifying the analysis of disturbances and enhancing overall system reliability.*

© 2021 Jurnal Teknokris All rights reserved.

## 1. Pendahuluan

Motor induksi tiga fasa merupakan pondasi utama dari sistem penggerak industri modern, yang secara luas dikenal sebagai 'kuda beban' sektor manufaktur global karena performanya yang tangguh [1], [2]. Akibatnya, kinerja yang konsisten dari motor-motor ini sangat penting untuk menjaga siklus produksi yang tidak terputus dan memastikan stabilitas industri secara keseluruhan [3].

Motor induksi tiga fasa merupakan salah satu jenis motor listrik yang paling banyak digunakan dalam dunia industri karena memiliki keandalan tinggi, konstruksi sederhana, serta biaya perawatan yang relatif rendah [1], [3], [4]. Namun demikian, motor induksi sering menghadapi permasalahan berupa arus listrik berlebih (overcurrent) yang dapat terjadi akibat beban berlebih, gangguan sistem, maupun kondisi operasi yang tidak sesuai. Arus berlebih yang tidak terdeteksi dengan baik dapat menimbulkan kerusakan pada motor, menurunkan efisiensi sistem, bahkan berpotensi menimbulkan bahaya bagi keselamatan kerja. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem kendali yang mampu mendeteksi dan mengendalikan arus berlebih secara cepat dan tepat [1], [3], [4], [5].

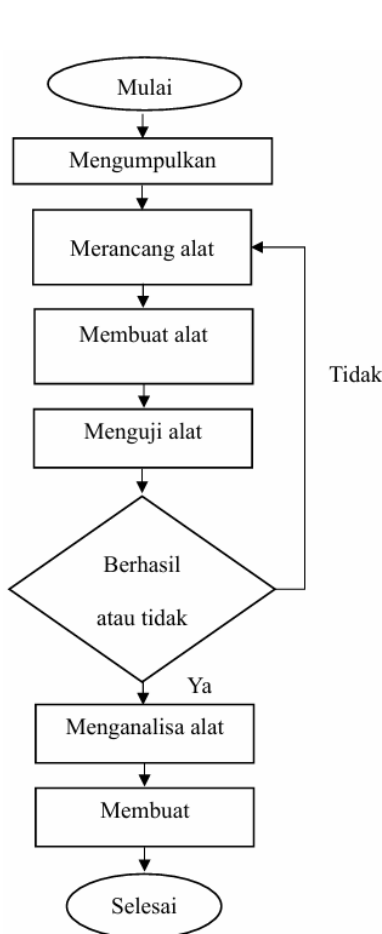
Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang besar dalam pengembangan sistem kendali motor listrik yang lebih cerdas dan terintegrasi. Dengan memanfaatkan IoT, data arus listrik dapat dipantau secara real-time melalui perangkat mobile, sehingga operator dapat melakukan tindakan preventif maupun korektif dengan lebih mudah. Salah satu platform yang populer digunakan dalam implementasi IoT adalah Blynk, yang memungkinkan integrasi antara mikrokontroler, sensor, dan aplikasi berbasis smartphone untuk memantau serta mengendalikan perangkat elektronik secara jarak [1], [2], [6], [7].

Rancang bangun sistem kendali arus listrik berlebih pada motor induksi tiga fasa dengan IoT dan Blynk diharapkan mampu memberikan solusi efektif dalam meningkatkan keandalan sistem motor listrik. Sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai proteksi terhadap arus berlebih, tetapi juga sebagai sarana monitoring berbasis digital yang mendukung konsep industri 4.0. Dengan adanya

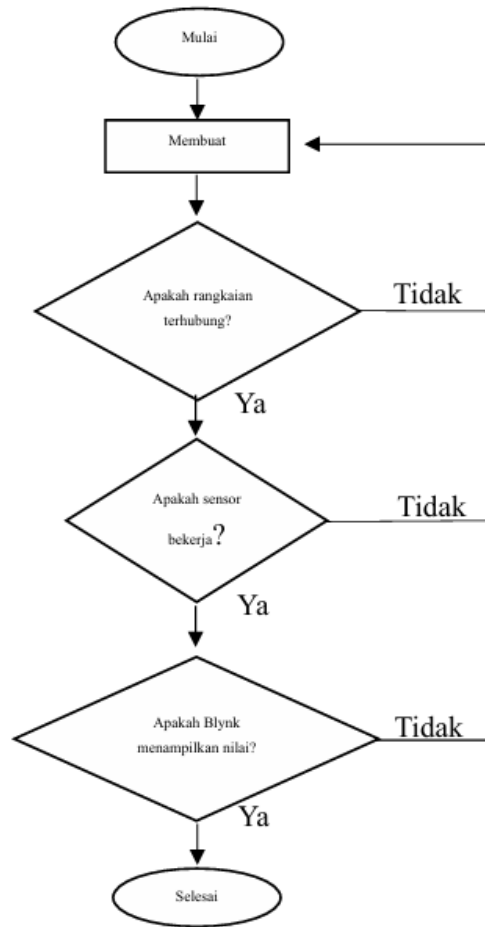
sistem ini, diharapkan dapat mengurangi risiko kerusakan motor, meningkatkan efisiensi operasional, serta memberikan kemudahan bagi pengguna dalam melakukan pengawasan dan pengendalian [1], [2], [5], [6], [8].

**2. Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode survei, yaitu jenis penelitian kuantitatif yang menganalisis data dengan menggunakan statistik deskriptif. Statistik deskriptif digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau mendeskripsikan data yang terkumpul begitu saja, tanpa membuat kesimpulan umum



Gambar 1 alur penelitian



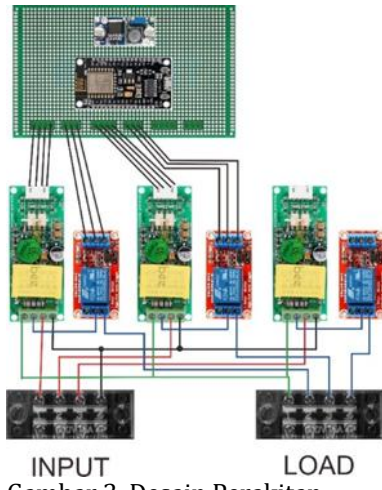
Gambar 2 alur kerja alat

**2.1 Perancangan Alat**

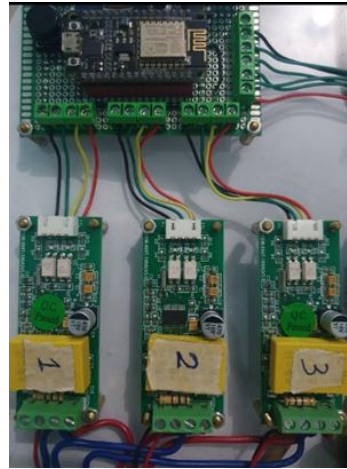
**a. Hardware**

Berikut adalah komponen yang dipakai :

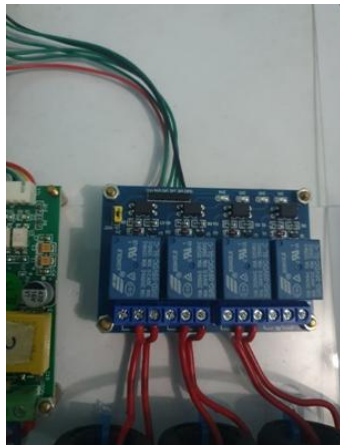
1. NodeMCU
2. Sensor Arus Pzem-004T
3. Adaptor/Power supply
4. Resistor
5. Step Down 12Vdc to 5Vdc
6. Modul lm2596



Gambar 3. Desain Perakitan



Gambar 4. Pemasangan Sensor



Gambar 5. Peasaga relay



Gamabr 6. semua komponen terhubung

b. Software  
- NodeMCU



Gambar 7. Program NodeMCU ke Blynk



gambar 8. Tampilan pada layar smartphone

### 3 Hasil dan Pembahasan

Pengujian dengan mencoba beban di bawah 1 Ampere. Nilai yang dihasilkan beban adalah 0,12A. Saat memberikan beban >1 Ampere pengujian alat dilakukan dengan memberikan beban arus diatas 1 Ampere. Nilai yang dihasilkan adalah 1,44 Ampere. Hasil tampilan monitoring dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan monitoring arus

Pengujian ini dilakukan untuk menguji alat apakah berfungsi atau tidak ketika ada ada arus lonjakan atau berlebih. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian alat berbeban

Arus beban	kondisi
0,12	Terhubung
0,23	Terhubung
0,44	Terhubung
0,53	Terhubung
0,67	Terhubung
0,84	Terhubung
0,92	Terhubung
1,05	Terputus
1,15	Terputus
1,28	Terputus
1,44	Terputus

Dari data yang diperoleh, bisa kita simpulkan bahwa alat ini bekerja dengan baik. Karena nilai ampere dibawah 1 A, alat ini tidak memutus. Akan tetapi ketika nilai yang dihasilkan diatas 1 A, maka alat ini secara otomatis akan memutus tegangan dan arus. Ketika kehilangan 1 phasa alat memberikan proteksi untuk mematikan arus listrik agar motor dapat terproteksi kondisi aman.

Tabel 2. Pengujian alat berbeban

NO	PHASE			Status
	R	S	T	
1	220	220	220	ON
2	0	220	220	OFF
3	220	0	220	OFF
4	220	220	0	OFF



Gambar 10. Hasil pengukuran beban berlebih

Dari tabel 3 tersebut bisa disimpulkan waktu yang dibutuhkan alat untuk memutus tegangan dan arus dari posisi ON ke OFF itu membutuhkan waktu 0,5 detik. Sedangkan untuk mereset atau mengembalikan ke posisi semula itu membutuhkan waktu selama 3 detik.

Tabel 3. Waktu pemutusan arus listrik

Waktu Pemutusan Arus Listrik	
ON ke OFF	0,5 detik
Reset	3 detik

Pengukuran ini dilakukan untuk membandingkan nilai tegangan yang dihasilkan oleh Multi-Tester dan Sensor PZEM-004T. Tegangan ini berasal dari tegangan PLN. Berikut adalah data pengukurannya

Tabel 4. Perbandingan Tegangan antara MultiTester dan Sensor PZEM-004T

Multi-Tester			Sensor PZEM-004T		
R	S	T	R	S	T
213,5 V	213,7 V	213,7 V	212,5 V	212,3 V	212,6 V

#### 4. Kesimpulan

NodeMCU berfungsi dengan baik untuk mengirim sinyal via Blynk, diperlukan sinyal yang baik agar komunikasinya lancar. Penggunaan jarak jauh membuat mudah dalam memonitoring Perbandingan Nilai yang berikan oleh Sensor dan Multi-Tester masih masuk toleransi 0,4%

#### 5. Referensi

- [1] Teten Dian Hakim, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN SENSOR JARAK BERBASIS MIKROKONTROLER PADA TEMPAT SAMPAH," *Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 1-10, 2022, [Online]. Available: <https://jurnalteknik.unkris.ac.id/index.php/jie/article/view/135/135>
- [2] A. Supriyadi, L. Aditya, and U. Wiharja, "Rancang Bangun Simulasi Parkir Mobil Berbasis Mikrokontroler ESP 8266 dan Monitoring Menggunakan Blynk," *J. Elektro*, vol. 13, no. 2, pp. 94-101, 2025.
- [3] A. Mustofa and U. Wiharja, "Studi Perbandingan Antara Penggunaan Selenoid Kapiler dan Selenoid Ekspansi pada Mesin Es serta dengan Pengendali Blynk," *J. Ampere*, vol. 8, no. 2, pp. 95-103, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/ampere/article/view/11437/7883>
- [4] M. A. Hailan, B. M. Albaker, and M. S. Alwan, "Transformation to a smart factory using NodeMCU with Blynk platform," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 30, no. 1, pp. 237-245, 2023, doi: 10.11591/ijeecs.v30.i1.pp237-245.
- [5] N. Naibaho and A. Ramadhan, "Rancang Bangun Alat Deteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler ESP32 Dengan Energi Surya," *J. Elektro*, vol. 13, no. 2, pp. 66-76, 2025.
- [6] T. O. Priyono and G. Prasetyo, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Berbasis IoT Pada Panel Surya 20 WP Menggunakan Arduino Mega 2560," 2022.
- [7] Tri Sulistyorini, Nelly Sofi, and Erma Sova, "Pemanfaatan Nodemcu Esp8266 Berbasis Android (Blynk) Sebagai Alat Alat Mematikan Dan Menghidupkan Lampu," *J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 3, pp. 40-53, 2022, doi: 10.56127/juit.v1i3.334.
- [8] B. Kusumo and F. Salam, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Alat Monitoring Traffic Light," *J. Elektro*, vol. 12, no. 2, 2023.



# Analisis Penggunaan Selenoid 24 VDC Pada Jalur Masuk Membran Terhadap Sistem Kerja Dispenser RO Magna

Teten Dian Hakim<sup>1\*</sup>, Raihan Zakih<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

<sup>1</sup> [tetendianhakim@unkris.ac.id](mailto:tetendianhakim@unkris.ac.id) \*, <sup>2</sup> [raihanzakih@gmail.com](mailto:raihanzakih@gmail.com),

\* corresponding author

## ARTICLE INFO

Available Online: 24/06/2026

### Keywords:

raw water,  
reject water,  
Shut Off Valve,  
RO, 24 VDC selenoid

## ABSTRACT

*The condition of the raw water path in the RO (Reverse Osmosis) Magna dispenser which does not close completely towards the membrane when the storage tank is full which results in the membrane producing excess product water and reject water resulting in waste of raw water. The use of a 24 VDC selenoid aims to withstand raw water pressure when the storage tank is full. The purpose of this study was to determine the effect produced after installing a 24 VDC selenoid to the membrane. The techniques used in this research are observation and interviews. The function of the 24 VDC selenoid is to hold water in the raw water line that will enter the membrane. The results showed that there was no excessive discharge of reject water when the storage tank was full. From the results of the study it was found that when using a Automatic Shut Off Valve as a water retainer produced as much as 180 ml of reject water per minute, then when using a selenoid as a water retainer, it produced 0 ml of reject water per minute. The use of selenoids to replace the role of Automatic Shut Off Valve as water retainers when the storage tank conditions are full can be said to be successful because the membrane no longer gets raw water pressure. For the next step, you can test similar tools to get comparable and optimal results.*

© 2026 Jurnal Teknokris All rights reserved.

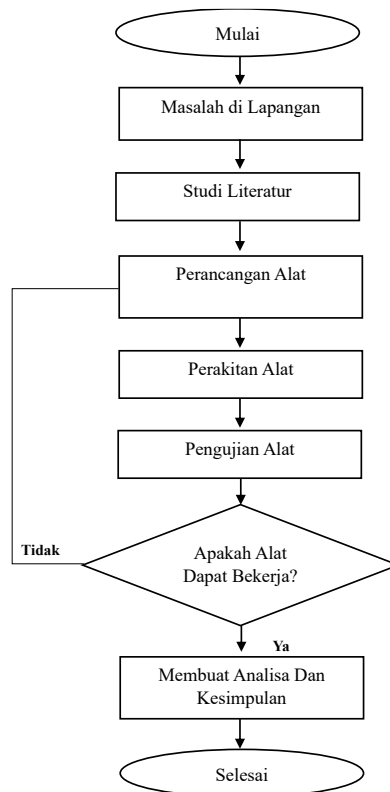
## 1. Pendahuluan

Salah satu kebutuhan dasar manusia adalah air dan sekitar 70% tubuh manusia mengandung air, maka air sangat diperlukan dalam kehidupan manusia. Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, kebutuhan air khususnya air minum dalam kehidupan sehari-hari manusia sekitar dua liter perhari. Hal ini jika dipenuhi menggunakan air kemasan, tentu sangat tidak ramah lingkungan karena menyebabkan menumpuknya botol plastik. Dan jika digunakan isi ulang galon, maka akan membutuhkan banyak sekali pengisian galon. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dibutuhkanlah dispenser air minum berbasis RO (*Reverse Osmosis*) yang sumber air bakunya dapat menggunakan air yang digunakan langsung untuk aktifitas sehari-hari. Dispenser merupakan perangkat rumah tangga yang dalam penggunaannya membutuhkan listrik untuk mengaktifkan elemen pemanas dan mengoperasikan mesin pendingin untuk hasil airnya [1]. Dispenser yang digunakan adalah dispenser berbasis RO (*Reverse Osmosis*). *Reverse osmosis* atau osmosis terbalik adalah proses atau metode penyaringan yang dapat menyaring molekul besar dan ion-ion dari suatu larutan dengan menerapkan tekanan pada larutan tersebut saat berada di satu sisi membran selektif (lapisan penyaring) [2]. Sistem RO terdiri dari beberapa komponen penting yaitu *pre-treatment*, *high pressure pump*, *membran* dan *post treatment* [3].

Dispenser yang digunakan adalah perpaduan antara *chasing* dispenser Magna dan RO Virtus 300 yang dimana RO Virtus 300 ini berperan sebagai RO (*Reverse Osmosis*)nya. Pada kondisi awal RO Virtus 300, komponen yang digunakan adalah *4-way valve* atau *Automatic Shut Off Valve* yang bekerja berdasarkan tekanan. Sedangkan dispenser RO Magna berbasis radar pada tangki penyimpanan airnya. Hal ini menyebabkan berlebihnya air baku dan air *reject* ketika keadaan tangki penyimpanan air sudah penuh. Untuk meminimalisir pemborosan air produk dan air *reject* ketika tangki sudah penuh, dilakukanlah perubahan dari *Automatic Shut Off Valve* menjadi Selenoid. Selenoid valve merupakan katup yang dioperasikan dengan arus listrik, dapat berupa AC maupun DC, melalui kumparan atau solenoid [4]. Tegangan yang bekerja pada selenoid AC biasanya berkisar 100/200 VAC dan tegangan yang bekerja pada selenoid DC berkisar 12/24 VDC [5]. Selenoid yang digunakan adalah selenoid dengan tegangan 24VDC.

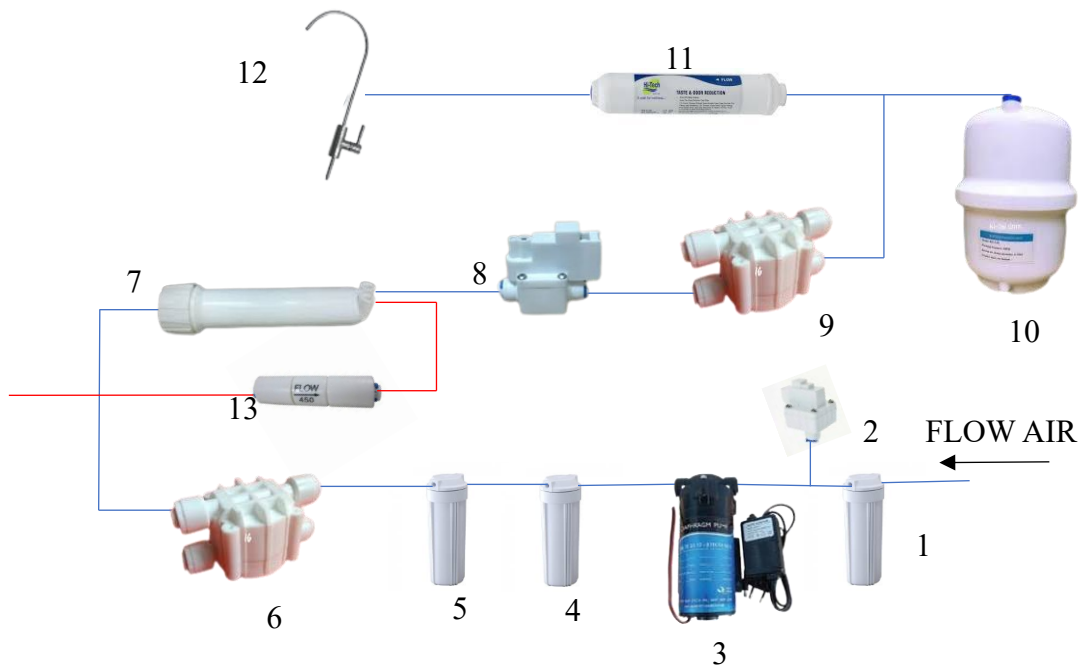
## 2. Metode

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1. Tahapan-tahapan proses penelitian yang dilakukan yaitu dimulai pada tahap mulai yang merupakan tahap awal yang menandakan penelitian ini dilakukan. Selanjutnya adalah identifikasi masalah yang terjadi di lapangan pada sistem kerja dari alat dispenser RO Magna milik PT Lautan Solusi Airindo, kemudian mengidentifikasi masalah dengan melakukan studi literatur untuk mencari referensi dan juga penelitian sebelumnya yang memiliki kesamaan topik atau pembahasan untuk dijadikan acuan penelitian. Setelah itu, melakukan perakitan alat sesuai permasalahan yang sudah dianalisa sebelumnya agar unit dapat bekerja dengan optimal. Pengujian alat dilakukan untuk mengecek apakah alat yang sudah dirakit dapat bekerja sesuai dengan perencanaan. Jika iya, maka air akan mengisi ke tangki penyimpanan dan ketika tangki penyimpanan sudah penuh, maka jalur air *reject* akan berhenti dan selenoid akan menutup jalur masuk air ke membran. Setelah itu dapat dilakukan ke tahapan berikutnya, jika tidak, maka harus ditinjau kembali perakitannya. kemudian dilakukan analisis alat atau sistem yang sudah dirakit sehingga tujuan dari penelitian ini sesuai.



Gambar 1 Alur Penelitian

Pada kondisi awal RO Virtus 300, menggunakan *4-way valve* yang dimana komponen tersebut menggunakan prinsip tekanan untuk mengaktifkannya, sedangkan untuk dispenser RO Magna menggunakan radar dalam pengoperasiannya.



Gambar 2 Kondisi awal RO Virtus 300

Keterangan:

- |   |  |
|---|--|
| 1. White Housing isi PP Spun                                  | 8. HPS ( <i>High Pressure Switch</i> )           |
| 2. LPS ( <i>Low Pressure Switch</i> )                         | 9. <i>Automatic Shut Off Valve (4-way valve)</i> |
| 3. Pompa RO ( <i>Reverse Osmosis</i> )                        | 10. <i>Pressure Tank</i>                         |
| 4. White Housing isi GAC ( <i>Granular Activated Carbon</i> ) | 11. <i>Post Carbon</i>                           |
| 5. White Housing isi CTO ( <i>Chlorine, Taste and Odor</i> )  | 12. <i>Faucet</i>                                |
| 6. <i>Automatic Shut Valve (4-way valve)</i>                  | 13. <i>Resctrictor</i>                           |
| 7. <i>Housing membran isi membran RO</i>                      |  |

Arah aliran RO Virtus yaitu dari air sumber (PDAM atau sumur) masuk ke filter isi PP Spun, lalu ada percabangan ke arah LPS (*Low Pressure Switch*) dan ke arah Pompa RO. Fungsi LPS ini adalah sebagai pengaman ketika air baku tidak ada atau tidak mengalir, maka pompa RO tidak akan menyala. Lalu dari pompa RO, masuk ke filter isi GAC dan setelah itu masuk ke filter isi CTO.

Setelah dari CTO, maka selanjutnya adalah masuk ke *Automatic Shut Off Valve (4-way valve)*. Setelah dari *4-way valve*, maka selanjutnya adalah masuk ke membran RO. Membran RO adalah suatu komponen yang berfungsi untuk memfilter dan menghilangkan kontaminan-kontaminan pada air baku agar siap diminum.

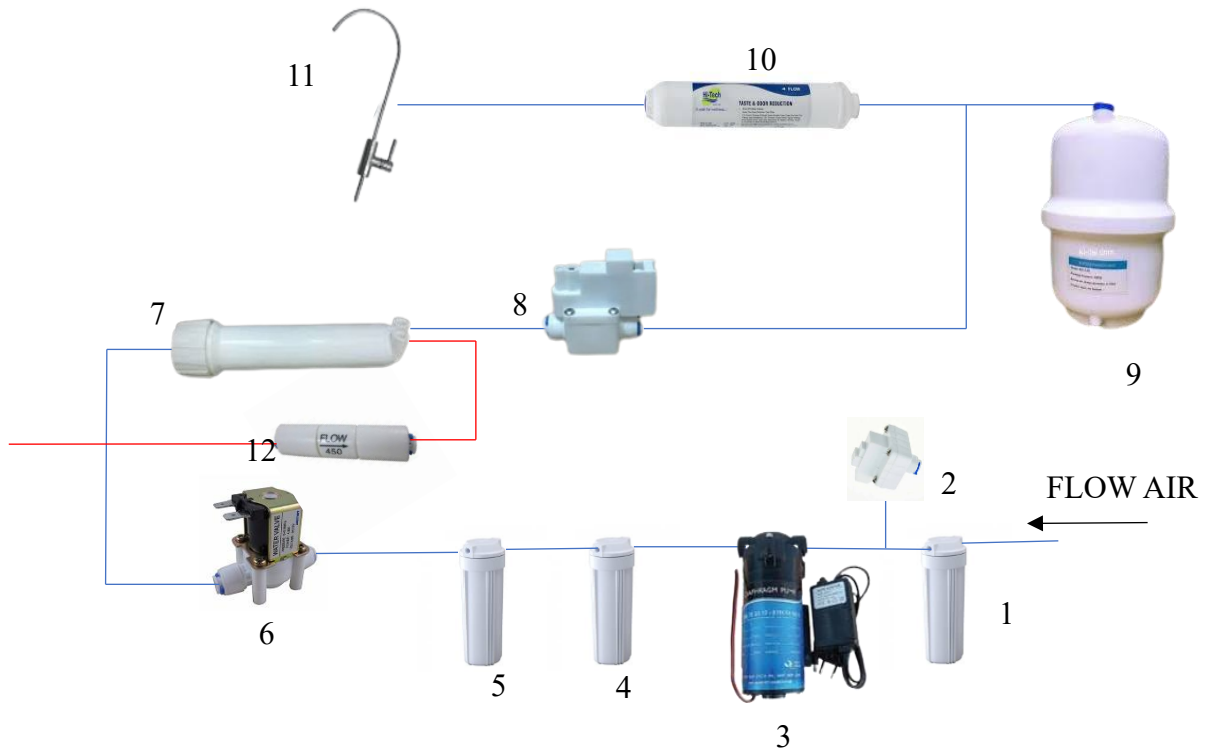
Dari membran, masuk ke HPS (*High Pressure Switch*), dari HPS masuk lagi ke *Automatic Shut Off Valve (4-way valve)*. *Automatic Off Shut Valve (4-way valve)* adalah alat yang bekerja berdasarkan tekanan atau *pressure* pada jalur airnya. Jika jalur airnya dalam keadaan tertutup, maka kondisi dari produksi air akan mati dan akan mematikan serta menutup semua sistem dan jalur sehingga tidak ada lagi air produk dan *reject* secara berlebihan.

Setelah itu, dilakukan percabangan antara *Pressure tank* dan *Post Carbon*. *Pressure Tank* digunakan untuk menyimpan air produk dan memberikan tekanan pada saat pengambilan airnya.. Setelah dari *Post Carbon* dialirkan ke *Fuacet* atau keran. *Faucet* atau keran ini digunakan untuk pengambilan air produk.

*Pressure tank* dan *Faucet* tidak digunakan dalam penelitian ini karena dalam dispenser RO Magna tidak dibutuhkan *Pressure Tank* (RO Magna berbasis pelampung atau WLC) jadi tidak diperlukan *Pressure Tank* dan RO Magna sudah memiliki *Faucet* atau keran tersendiri yang sudah di desain khusus untuk dispenser.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Penulis telah melakukan penelitian terhadap alat yang dibahas yaitu dispenser RO Magna milik di PT Lautan Solusi Airindo. Yang hasilnya dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3 Kondisi RO Virtus 300 setelah penggunaan selenoid

Keterangan:

- |   |  |
|---|--|
| 1. White Housing isi PP Spun                                  | 8. HPS ( <i>High Pressure Switch</i> ) |
| 2. LPS ( <i>Low Pressure Switch</i> )                         | 9. <i>Pressure Tank</i>                |
| 3. Pompa RO ( <i>Reverse Osmosis</i> )                        | 10. <i>Post Carbon</i>                 |
| 4. White Housing isi GAC ( <i>Granular Activated Carbon</i> ) | 11. <i>Faucet</i>                      |
| 5. White Housing isi CTO ( <i>Chlorine, Taste and Odor</i> )  | 12. <i>Restrictor</i>                  |
| 6. <i>Selenoid 24 VDC</i>                                     |  |
| 7. <i>Housing membran isi membran RO</i>                      |  |

Arah aliran air pada Virtus setelah menggunakan selenoid adalah dari air baku masuk ke filter isi PP Spun, lalu dari filter isi PP Spun, dicabang jalurnya ke arah LPS (*Low Pressure Switch*) dan ke arah pompa RO. Dari pompa RO, masuk ke filter isi GAC dan setelah itu masuk ke filter isi CTO.

Dari filter isi CTO, maka masuk ke arah selenoid dan dari selenoid masuk ke arah membran. Dari membran, maka akan mengarah ke HPS (*High Pressure Switch*). Dari HPS, masuk ke tahapan selanjutnya yaitu Post Carbon. Post Carbon berguna untuk memfilter zat-zat yang tidak tertangkap pada membran. Dari Post Carbon maka dapat dialirkan langsung ke tagki.

Selenoid digunakan untuk mengganti peran *Automatic Shut Off Valve (4-way valve)* sebagai penahan air, yang membedakan adalah selenoid dipasangkan di jalur masuk air baku sebelum masuk membran yang berfungsi agar membran RO tidak menghasilkan air produk ketika pompa RO tidak menyala (kondisi tangki penuh dan alat standby).

Didapati juga hasil pengukuran terhadap unit dispenser RO Magna sebagai berikut:

Tabel 1 Percobaan Pengisian Air Produk ke Tangki

Pengisian air produk ke tangki			
Percobaan	Volume	Durasi Pengisian	Kecepatan pengisian
1	250 ml	25 detik	1 detik/10 ml
2	350 ml	35 detik	1 detik/10 ml
3	450 ml	45 detik	1 detik/10 ml

Tabel di atas merupakan percobaan yang peneliti lakukan terhadap alat kerja sistem dispenser RO Magna yang dimana ketika pengambilan dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada volume air 250 ml, 350 ml, 450 ml. Ketika pengambilan air sebanyak 250 ml, maka kecepatan pengisian hingga penuh lagi membutuhkan waktu kurang lebih 25 detik,

Lalu dilakukan pengambilan air sebanyak 350 ml, maka pengisian ke tangki membutuhkan waktu kurang lebih 35 detik. Kemudian dilakukan pengambilan air sebanyak 450 ml, dan waktu pengisian ke tangki membutuhkan waktu 45 detik.

Tabel 2 Pengukuran Air Reject Yang Dihasilkan

Pengukuran air reject			
Percobaan	Volume pemakaian	Volume Reject	Kecepatan pembuangan
1	250 ml	340 ml	1 detik/13.6 ml
2	350 ml	440 ml	1 detik/13.6 ml
3	450 ml	540 ml	1 detik/13.6 ml

Untuk pengukuran air *reject* dilakukan dengan menggunakan volume air produk yang sama yaitu 250 ml, 350 ml, dan 450 ml. Air *reject* yang dihasilkan dari proses *Reverse Osmosis* biasanya lebih banyak dibandingkan dengan air produknya. Hal ini dikarenakan air yang berhasil melewati membran adalah air yang murni bebas dari kontaminan pada air baku dan air *reject* yang dihasilkan merupakan air kotor atau air yang mengandung semua kontaminan yang ada pada air baku dan air *reject* bisa langsung dialirkan ke arah pembuangan. Tentu saja air *reject* dihasilkan ketika ada proses filtrasi pada membran RO. Membran RO pada dispenser RO Magna menghasilkan air produk dan air

*reject* ketika level air pada tangki penyimpanan sedang kosong atau kurang memenuhi batas minimum tangki.

Pada kondisi awal unit yang menggunakan *Automatic Shut Off Valve*, membran terus menghasilkan air produk dan air *reject* ketika air di tangki penampungan sudah penuh. Hal ini terjadi karena ketika air sudah penuh, membran terus mendapatkan tekanan dari jalur air baku. Lalu, dilakukan analisa akan permasalahan tersebut, maka dilakukanlah pergantian komponen yang sebelumnya *Automatic Shut Off Valve* menjadi selenoid valve. Selenoid berfungsi untuk menutup jalur ke arah membran ketika keadaan tangki sudah penuh. Nyala hidupnya selenoid di pasang seri dengan pompa dan dikontrol menggunakan microswitch yang ada pada tangki penampungan air.

Dengan hal ini, dapat dipastikan membran RO tidak mendapatkan tekanan lagi dari air baku dan tidak ada air produk atau air *reject* yang dihasilkan ketika keadaan tangki penuh hingga microswitch pada tangki memberikan perintah untuk menyalakan pompa dan selenoidnya untuk proses pengisian kembali ke tangki penampungan. Untuk melihat perbandingan antara penggunaan selenoid dan tanpa selenoid pada unit RO Virtus 300 yang dirakit di dispenser RO Magna, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3 Pengukuran air reject yang dihasilkan tanpa selenoid

Pengukuran air <i>reject</i> yang dihasilkan tanpa selenoid		
Percobaan	Lama pengukuran	Volume Reject
1	1 menit	180 ml
2	2 menit	360 ml
3	3 menit	540 ml

Tabel 4 Pengukuran air reject dengan menggunakan selenoid

Pengukuran air <i>reject</i> yang dihasilkan tanpa selenoid		
Percobaan	Lama pengukuran	Volume Reject
1	1 menit	180 ml
2	2 menit	360 ml
3	3 menit	540 ml

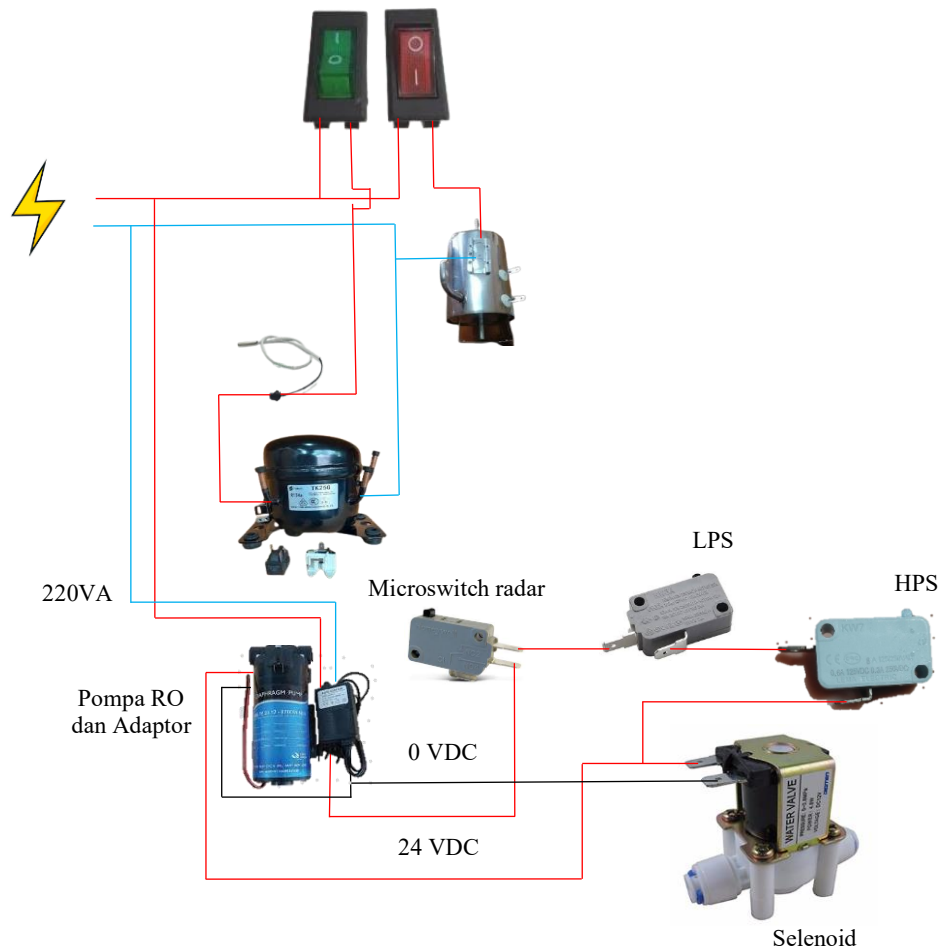
Dari dua tabel diatas dapat dilihat bahwa penggunaan selenoid untuk menahan tekanan air baku yang ada pada unit dispenser RO Magna dapat dikatakan berhasil karena ketika pompa mati atau kondisi tangki sudah penuh, air *reject* tidak lagi mengeluarkan air atau menghasilkan air. Sedangkan untuk percobaan tanpa menggunakan selenoid, terjadi aliran air berlebih pada jalur membran. Volume air *reject* yang dihasilkan sebesar kurang lebih 180 ml dalam satu menit.

Tabel 5 Arus Pompa dan Selenoid Ketika Bekerja

No	Sifat	Tegangan	Arus Pompa	Arus Selenoid
1	Bekerja	24 VDC	0.73 A	0.73 A
2	Tidak Bekerja	24 VDC	0 A	0 A

Dapat dilihat berdasarkan tabel di atas, ketika mesin dalam keadaan bekerja (pengisian ke tangki), tegangan yang dihasilkan oleh pompa dan selenoid relatif sama yaitu 24 VDC. Sedangkan arus yang dihasilkan oleh pompa dan selenoid adalah sebesar 0.73 Ampere dari awal proses hingga selesai

proses filtrasi. Hidup atau matinya pompa dan selenoid berdasarkan microswitch yang terdapat pada pelampung Magna yang ada pada tangki dispenser yang dimana menjadi kontrol utamanya.



Gambar 4 Skema antara *chasing* dispenser RO Magna dengan RO Virtus 300

Gambar diatas adalah skema antara *chasing* dispenser RO Magna dengan RO Virtus 300 yang sudah dilakukan perubahan komponen menggunakan selenoid. Hal ini dilakukan untuk mengupayakan agar flow air baku tidak berlebih ketika kondisi penyimpanan tangki sudah penuh pada dispenser RO Magna.

#### 4. Kesimpulan

Dari pengujian yang telah dilakukan, penggunaan selenoid untuk menggantikan peran *Automatic Shut Off Valve* sebagai penahan air ketika kondisi tangki penyimpanan sudah penuh dapat dikatakan berhasil. Karena air *reject* yang dihasilkan ketika menggunakan *Automatic Shut Off Valve* yaitu sebanyak 180 ml tiap menitnya. Dan ketika *Automatic Shut Off Valve* diganti dengan selenoid pada

jalur masuk membran, air *reject* yang dihasilkan ketika tangki sudah penuh adalah 0 ml. Hal ini dikarenakan membran tidak lagi mendapatkan tekanan air baku ketika sedang tidak dibutuhkan karena terdapat selenoid yang menahannya. Lalu air *reject* menjadi tidak berlebih karena membran sudah tidak memproduksi air lagi ketika tangki penyimpanan sudah penuh karena membran tidak mendapatkan tekanan air baku. Hal ini disebabkan karena ada selenoid di jalur masuk membran yang menahan tekanan air baku. Dengan menggunakan selenoid yang dipasang sebelum jalur masuk membran, dapat menahan tekanan air baku yang mengakibatkan membran tidak lagi mendapatkan suplai air baku ketika kondisi tangki penyimpanan sudah penuh sehingga tidak terjadi proses filtrasi atau penyaringan pada membran.

## 5. Referensi

- [1] P. Harahap and M. Adam, "Efisiensi Daya Listrik Pada Dispenser Dengan Jenis Merk Yang Berbeda Menggunakan Inverter," 2021. doi: 10.24853/resistor.4.1.37-42.
- [2] A. A. Chairunissa *et al.*, "Pembuatan air demineral menggunakan membran reverse osmosis (RO) dengan pengaruh debit dan tekanan," 2021.
- [3] Y. S. Santoso, "Analisa Kebutuhan Daya Sistem Reverse Osmosis Solar Collector," 2020.
- [4] F. Marinus, B. Yulianti, and M. Haryanti, "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Berdasarkan Waktu Menggunakan Rtc Berbasis Arduino Uno Pada Tanaman Tomat," 2020.
- [5] A. Praja Dwitama, I. G. N. Janardana, and I. W. Arta Wijaya, "RANCANG BANGUN PROTOTIPE PEMANTAU KEBOCORAN GAS MENGGUNAKAN SENSOR MQ-6 BERBASIS NodeMCU 8266," 2021. doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p2.



# Rancang Bangun Monitoring Daya, Suhu, dan Getaran Terhadap Kecepatan Motor 1 Fasa Berbasis Internet of Things

Abdul Qodir Al Bahar <sup>1\*</sup>, Nur Muhamad Veriantama<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

<sup>3</sup> Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

<sup>1</sup> [abdulkodiralbahar@unkris.ac.id](mailto:abdulkodiralbahar@unkris.ac.id) \*, <sup>2</sup> [veriantama02@gmail.com](mailto:veriantama02@gmail.com),

\* corresponding author

## ARTICLE INFO

Available Online: 24/02/2026

## Keywords:

IoT,  
PZEM004T,  
DHT-11,  
SW-42,  
Infrared.

## ABSTRACT

*The performance of induction motors in modern industries is crucial to prevent downtime due to unrecorded motor damage during preventive maintenance. The utilization of the Internet of Things (IoT) is highly beneficial due to the ubiquitous use of the internet, which can be leveraged to develop and implement a motor monitoring tool. This research employs various sensors, such as the PZEM004T-Open CT sensor for power detection, the SW-42 sensor for vibration detection, an infrared sensor for motor speed detection, and the DHT11 sensor for temperature detection, as well as an amp clamp meter, multimeter, and tachometer. These tools are useful for detecting motor performance over time. This is a quantitative study. The results yield data in the form of numerical measurements that can be analyzed and compared with existing standards. The average calculated voltage value is 1.5 volts with an average deviation of 1.47%. The average current value is 0.01 amperes with an average deviation of 6.06%. The average power value is 0.52 watts with an average deviation of 1.67%. The average rotational speed is 221.5 RPM with an average deviation of 12.92%. The average vibration value is 1.53 mm/s, with a noticeable increase in vibration to be cautious of when the dimmer is set at 60%, which shows a vibration value of 0.36 mm/s. The average motor temperature is 37.9 °C.*

© 2026 Jurnal Teknokris All rights reserved.

## 1. Pendahuluan

Perkembangan dunia industri modern saat ini, peran motor listrik sering digunakan salah satunya sebagai penggerak. Pemeliharaan/perawatan mesin sangat diperlukan dalam keberlangsungan proses produksi. Kinerja dari suatu motor listrik harus selalu dipantau secara berkala sehingga dapat dianalisa performanya. Oleh karena itu tindakan prediktif dan preventif pada motor listrik harus didahulukan untuk mencegah *downtime* karena kerusakan yang lebih besar saat proses produksi. Dalam sebagian tahun terakhir, penggunaan Internet of Things (IoT) ialah sesuatu konsep dimana sesuatu objek bisa memiliki keahlian dalam perihal komunikasi via jaringan, semacam proses pentransferan informasi tanpa terdapatnya proses komunikasi yang dicoba antar manusia (manusia ke manusia) ataupun antar manusia ke fitur sistem semacam pc ataupun suatu kontroler. Dengan terdapatnya teknologi Internet of Things ini proses kerja suatu sistem bisa dicoba semangkin luas, jarak jangkauannya pula semangkin luas, proses pengolahan informasi serta analisis informasi terhadap suatu sistem pula terus menjadi bagus.[1] IoT ini memberikan kemudahan bagi tim maintenance dalam pemantauan dan pengambilan data mesin listrik secara real-time. Menggabungkan IoT sebagai alat monitoring vibrasi motor dengan alat pengukur kecepatan (tachometer) portabel memungkinkan pengumpulan data sebagai perbandingan akan lebih efisien, akurat dan dapat diakses dari jarak jauh agar mengambil tindakan yang cepat ketika terdeteksi masalah. Vibrasi pada motor dapat disebabkan oleh *misalignment* maupun kerusakan pada *bearing* motor dan masalah mekanis lainnya. Dengan menghubungkan

sensor getaran yang tersambung ke jaringan IoT, petugas bisa mengenali data secara selalu serta dianalisis dengan kecepatan motor yang diambil informasinya secara manual.[2]

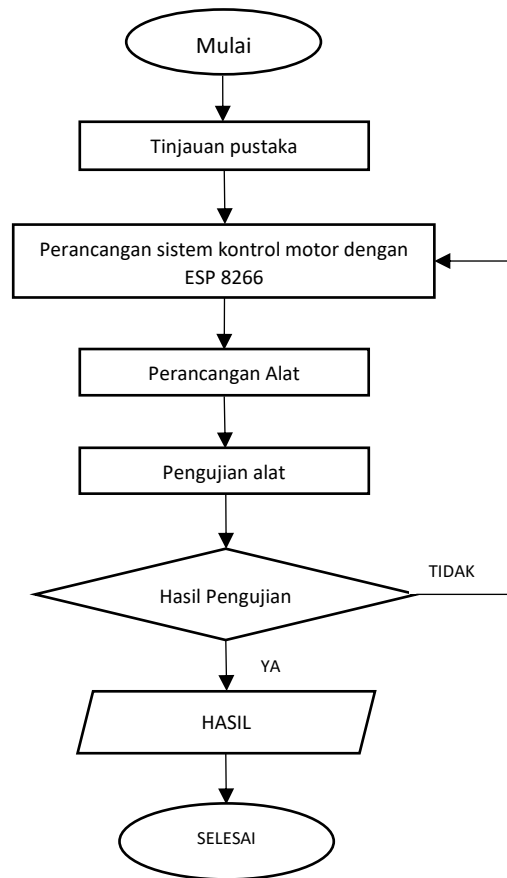
Selain itu, pemantauan suhu pada motor listrik juga sangat penting. Peningkatan suhu di luar spesifikasi motor dapat menunjukkan masalah dengan sistem pendingin motor, beban mekanis dan masalah teknis lainnya. Sensor suhu yang digabungkan dengan IoT dapat memberikan pemantauan kontinu suhu pada body motor, jika suhu sudah melebihi spesifikasi, sistem IoT dapat memberikan peringatan kepada petugas untuk mengambil tindakan untuk mencegah kerusakan dan mengurangi waktu henti produksi atau *downtime* yang berlebih.[3] Berdasarkan hal tersebut penelitian ini akan merancang alat kontrol motor berbasis IOT berupa aya, suhu dan getaran terhadap kecepatan motor sebagai hasil perbandingan dengan real time oleh petugas maintenance melalui smartphone dengan aplikasi Blynk, juga dilengkapi data berupa suhu dan daya motor sebagai tambahan sensor kecepatan penyusun menggunakan sensor Infrared karena cukup baik keakuratannya dalam mendeteksi putaran motor (rpm).

## 2. Metode

Dalam penelitian ini, penyusun menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengestimasi dan menguji berbagai variabel. Metode kuantitatif ini melibatkan pengumpulan data secara sistematis melalui instrumen seperti tang ampere, *tachometer*, *multitester*, dan *thermogun*. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistik.

### 2.1 Prosedur Penelitian

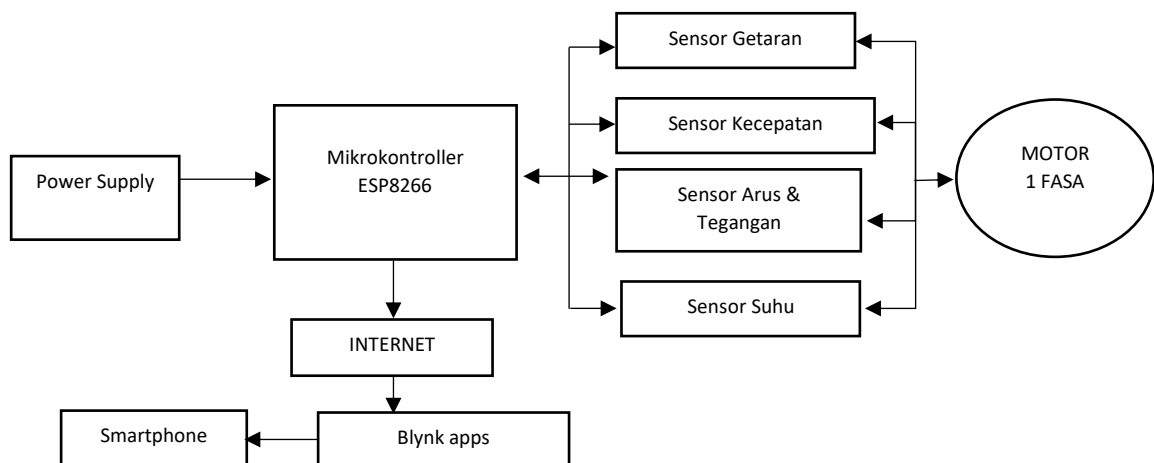
Prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1. Beberapa tahapan yang dilakukan diantaranya adalah tinjauan pustaka, yaitu mengidentifikasi masalah dengan melakukan literature review pengumpulan informasi tentang latar belakang yang akan digunakan pada perancangan sistem. Penelusuran literatur dilakukan melalui media dan jurnal untuk memperoleh informasi, mengkaji data dan teori yang relevan tentang penelitian yang terkait untuk menemukan kebaruan. Kemudian melakukan perancangan alat baik secara perangkat lunak maupun perangkat keras. Pada fase ini meliputi disain alat dan perakitan komponen alat. Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang sudah sesuai dan mendapatkan hasil dari penelitian ini, kemudian dilakukan analisis data atau hasil pengujian sehingga tujuan dari penelitian ini sesuai.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## 2.2 Diagram Blok

Diagram blok Rancang Bangun *Monitoring* Motor 1 Fasa berbasis Internet of Things (IoT) berupa daya, suhu dan getaran terhadap kecepatan sebagai hasil perbandingan dengan *real time* ditujukan pada gambar 2. System ini terdiri dari sensor arus, tegangan, vibrasi dan kecepatan. Pengoperasian alat ini dapat dimulai dengan menekan tombol *push button* "ON" untuk start motor dan digital watt meter beserta IOT akan menampilkan hasil pengukuran yang diproses oleh mikrokontroler ESP8266. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan power regulator yang berfungsi untuk kontrol motor dengan dimmer tertentu yang dapat diatur dari 0% sampai 100% sesuai dengan penelitian yang akan diuji dan analisa.



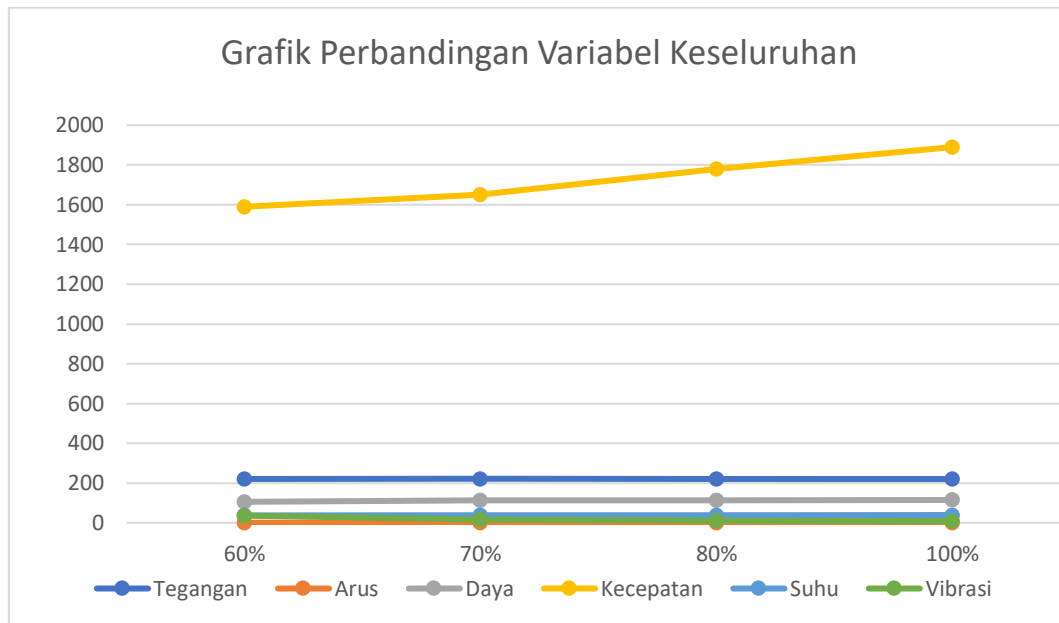
Gambar 2. Diagram Blok

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahapan hasil dan pembahasan penelitian konsep *monitoring* motor 1 fasa berbasis internet of things berupa daya, suhu dan getaran terhadap kecepatan sebagai hasil perbandingan. Dimana konsep yang dihasilkan adalah mengukur parameter listrik dan mikrokontroller dan mengirimkan ke smartphone melalui jaringan internet. Parameter akan dideteksi sensor dan hasil pembacaan akan dibandingkan antara IoT dengan alat ukur. Jika hasil pembacaan menghasilkan nilai selisih yang minim maka alat yang dirancang penyusun mendekati sempurna. Pembahasan akan dibuktikan dengan teori dan uji alat.

#### 3.1 Pengujian Sensor Sistem *Monitoring* Motor 1 Fasa

Sensor perlu dilakukan pengambilan data daya, arus dan tegangan saat diam hingga motor running 100% untuk mengetahui hasil selisih pengukuran pada digital watt meter dan smartphone/IoT secara real time. Pembacaan sensor diatur sesuai kenaikan *low* hingga *high* kontrol Dimmer. Kemudian dari hasil pengujian ini dapat diambil data untuk dianalisis apakah hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur dan IOT ada selisih atau tidak.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Keseluruhan

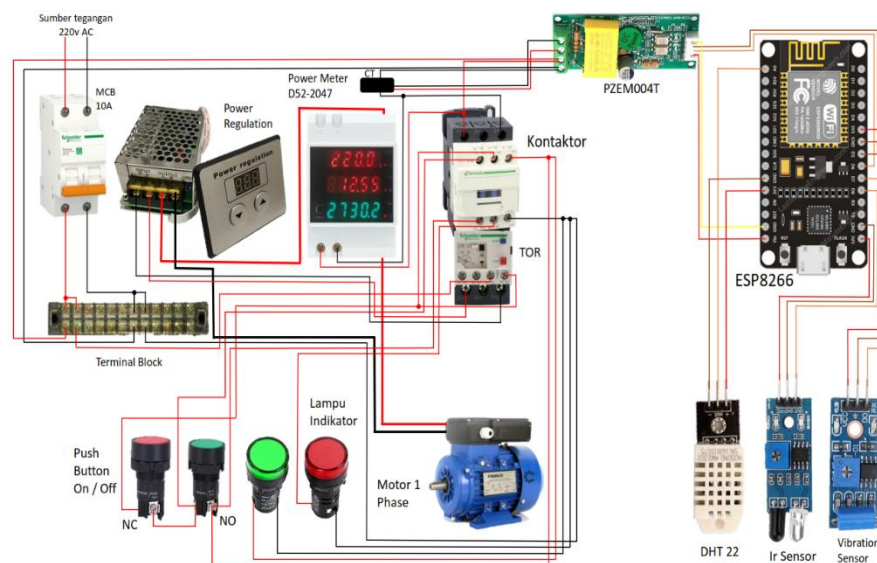
### 3.2 Analisis Hasil Pengukuran

Berikut kesimpulan data selisih keseluruhan yang didapat setelah dilakukan pengujian dan pengukuran. Hasil selisih pengukuran ini didapat dari perbandingan beberapa pengujian dan pengaturan *setting* dimmer motor.

Tabel 1. Tabel Hasil Penelitian

Dimmer	Tegangan (Volt)	Arus (Amper)	Daya (watt)	Kecepatan (rpm)	Vibrasi (mm/s)	Temp (°C)
60 %	0,1	0,01	0,4	217	0,36	39,1
70 %	0,5	0,01	1	227	0,16	38,3
80 %	0	0,01	0,6	215	0,11	37,4
100 %	0,9	0,01	0,1	227	0,9	37,1
<b>rata-rata</b>	<b>1,4</b>	<b>0,01</b>	<b>0,52</b>	<b>221,5</b>	<b>1,53</b>	<b>37,9</b>

Pada Tabel 1 menjelaskan pengujian tiap sensor berdasarkan perhitungan perbandingan. Hasil perbandingan diuji dengan setting dimmer semua perubahan nilai pengukuran dapat diperoleh. Pengujian dilakukan dengan perbandingan dengan alat pengukuran *portable* tiap dimmernya.



Gambar 3. Rangkaian Keseluruhan

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, Nilai Tegangan perhitungan rata-rata adalah 1,5 Volt dengan selisih rata-rata sebesar 1,47 %. Nilai arus perhitungan rata-rata adalah 0,01 Ampere dengan selisih rata-rata sebesar 6,06 %. Nilai daya perhitungan rata-rata adalah 0,52 Watt dengan selisih rata-rata sebesar 1,67 %. Nilai kecepatan putar rata-rata adalah 221,5 Rpm dan selisih rata-rata 12,92 %. Nilai rata rata vibrasi adalah 1,53 mm/s mengalami peningkatan vibrasi yang harus di waspadai saat dimmer 60 % yaitu dengan nilai vibrasi 0,36 mm/s. Nilai suhu motor perhitungan rata-rata 37,9 °C

#### 5. Referensi

- [1] A. Abdullah, C. Cholish, and M. Zainul haq, "Pemanfaatan IoT (Internet of Things) Dalam Monitoring Kadar Kepekatan Asap dan Kendali Pergerakan Kamera," *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, p. 86, 2021, doi: 10.22373/crc.v5i1.8497
- [2] A. Ulfiana, "Analisis Pengaruh Misalignment Terhadap Vibrasi Dan Kinerja Motor Induksi," *J. Poli-Teknologi*, vol. 10, no. 3, 2013, doi: 10.32722/pt.v10i3.65.
- [3] A. Mahfud, M. S. Ariansyah, and K. Kunci, "Prototype Monitoring Vibrasi, Temperatur dan Jam Kerja pada Elektromotor Berbasis IoT," vol. 15, no. 3, pp.221–230.
- [4] M. Kharis Mubarak et al., "Rancang-Bangun Sistem Monitoring Suhu Dan Getaran Motor Pompa3 Fasa Mini Plant Dcs Berbasis Labview," 291 *Pros. NCIET*, vol. 3, pp. 291–304, 2022.
- [5] A. Marina, A.R. Nita, and A.J. Pradifta, 2020 "Aplikasi Smart Home Node MCU IOT untuk Blynk" Sukabumi : Universitas Nusa Putra.
- [6] Panjaitan,R. 1989. "Mesin listrik arus bolak balik". Penerbit Tarsito Bandung.
- [7] U. Solfiani, P. Gendroyono and I.A Raharjo, 2019 "Pengaruh Distorsi Harmonisa Terhadap Kinerja Tripminiature Circuit Breaker Tipe C 2a, 4a, Dan 6a Dengan Sumber Tegangan Pln Dan Genset". Jakarta : Politeknik Negeri Jakarta.
- [8] R.R. Ibrahim, 2022 "Rancang Bangun Monitoring Pemakaian Arus Listrik Pln Berbasis Iot" Jakarta : Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma.
- [9] C.B. Kusuma, 2019 " Rancang Bangun Alat Monitoring Running Hours, Arus dan Tegangan Pada Motor Vertikal CSU-1 di Dermaga PT Petrokimia Gresik" Gresik : Universitas Muhammadiyah Gresik.
- [10] M.A. Abdussalam, 2019 " Rancang Bangun Pemantau Suhu Dan Kelembaban Dengan Menggunakan Sensor Humidity Berbasis Arduino" Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [11] H.P.Trias, N. Suharto and A.P. Wahyu, 2019 "Sistem Pendeteksidan Monitoring Ruang Tahanan Menggunakan Sensor Getaran Sw-420 Dengan Komunikasi" Malang : Politeknik Negeri Malang.
- [12] Teknik Elektronika, 2017 "Thermal & Magnetic Tripping" <https://teknikelektronika.com>. Diakses pada 20 Juni 2024.
- [13] Erwin, dkk, 2023 "Pengantar & Penerapan Internet of Things: Konsep Dasar & Penerapan IoT di Berbagai Sektor" Penerbit Sonpedia Publishing Indonesia.
- [14] Zona Elektro, "Teori Infra Merah dan Prinsip Infra Merah," 2013. [Online]. Available: <http://zoniaelektro.net/infra-merah-media-komunikasi-cahaya/>. [Accessed 19 Oktober 2016].
- [15] Pzem-004t-Datasheet-User-Manual/36444363. <https://www.studocu.com/in/document/jawaharlal-nehru-technological-university-hyderabad>. Diakses pada 15 Juni 2024
- [16] A. Supri, 2015 " Pengertian NTC (Negative Temperature Coefficient) " Semarang : Universitas Negeri Semarang. .



# Rancang Bangun Sistem Kontrol Modutrol Valve Menggunakan Sensor Suhu untuk Efisiensi Steam di PT Prakarsa Alam Segar

Zansel Yunison<sup>1</sup>, Nurhabibah Naibaho<sup>2</sup>, Bayu Kusumo<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

<sup>3</sup> Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

<sup>1</sup> [zanselyunison@gmail.com](mailto:zanselyunison@gmail.com); [nurhabibah@gmail.com](mailto:nurhabibah@gmail.com); <sup>3</sup> [bayukusumo@unkris.ac.id](mailto:bayukusumo@unkris.ac.id)\*

\* corresponding author

## ARTICLE INFO

Available Online : 24/02/2026

### Keywords:

Steam,  
Modutrol Valve,  
PT100, PLC,  
PID Control, E  
nergy Efficiency

## ABSTRACT

*In industrial processes, steam is widely used for heating, drying, and sterilization. However, manual or on-off steam control often leads to energy waste and unstable temperature. This study designs and implements an automatic control system using an RTD PT100 sensor, temperature transmitter, PLC (M221), and modutrol valve. A PID algorithm was applied to proportionally adjust the valve opening according to the actual temperature. The results showed that the system maintained a maximum deviation of  $\pm 2$  °C from the 160 °C setpoint with a response time of less than 10 seconds. Steam consumption decreased significantly from 4,029 tons (January 2024) to 2,368 tons (May 2025), equivalent to about 41.24% savings. The estimated cost savings range from IDR 332 million to IDR 581 million per month. The system proved effective in improving thermal stability, energy efficiency, and reducing operator workload.*

© 2026 Jurnal Teknokris All rights reserved.

## 1. Pendahuluan

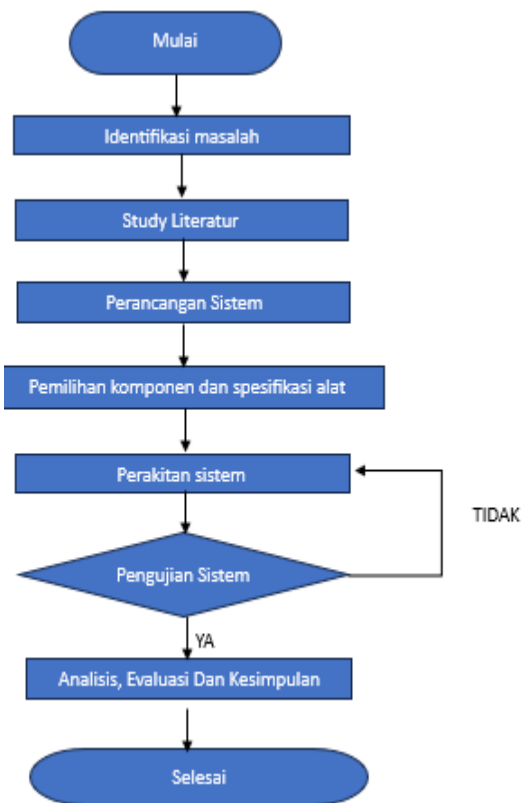
Steam merupakan salah satu sumber energi yang paling banyak digunakan di dunia industri, terutama pada proses pemanasan, sterilisasi, dan pengeringan. Dalam industri makanan seperti PT Prakarsa Alam Segar, steam digunakan secara intensif pada proses seasoning untuk memastikan produk memiliki kualitas sesuai standar.

Namun, metode pengendalian aliran steam yang masih dilakukan secara manual atau menggunakan sistem on-off menimbulkan sejumlah masalah, di antaranya Konsumsi energi berlebih akibat pembukaan valve yang tidak presisi, fluktuasi suhu yang menyebabkan ketidakstabilan kualitas produk, beban operator yang tinggi karena harus melakukan penyesuaian manual secara terus-menerus. Dengan kondisi tersebut, diperlukan inovasi sistem kontrol otomatis yang mampu menjaga suhu sesuai setpoint secara stabil, hemat energi, dan dapat mengurangi beban kerja operator. Oleh karena itu, penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol berbasis sensor suhu PT100, transmitter, PLC M221 dengan algoritma PID, serta modutrol valve sebagai aktuator utama

## 2. Metode

Penelitian dilakukan di PT Prakarsa Alam Segar. Sistem yang dirancang menggunakan sensor RTD PT100, transmitter, PLC M221 dengan algoritma PID, serta aktuator *modutrol valve*. Proses

pemantauan dilakukan melalui HMI. Metode pengujian meliputi verifikasi sensor, transmitter, aktuator, serta pengujian sistem secara keseluruhan.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

Sensor menunjukkan deviasi maksimum  $\pm 0,8$  °C, dengan rata-rata error  $\pm 0,5$  °C, sehingga dianggap layak digunakan.

Tabel 1 Data Suhu Fryer.

No Mesin Fryer	Suhu Setpoint	Suhu Sebenarnya
1	160°C	159°C
2	160°C	158°C
3	160°C	160°C
4	160°C	160°C
5	160°C	160°C
6	160°C	159°C
7	160°C	160°C
8	160°C	160°C
9	140°C	140°C
10	150°C	149°C
11	150°C	150°C
12	150°C	150°C
13	150°C	149°C
14	150°C	150°C
15	165°C	164°C
16	160°C	160°C
17	150°C	150°C

Sebagian besar mesin menunjukkan suhu aktual yang sangat dekat dengan setpoint. Contoh mesin 1 (setpoint 160°C → aktual 159°C), Mesin 3 (160°C → 160°C). Perbedaan rata-rata hanya 1–2°C, yang masih dalam batas toleransi normal. Data ini menunjukkan bahwa sistem kontrol suhu bekerja dengan baik. Hampir semua mesin fryer mampu menjaga suhu aktual mendekati suhu target. Adanya sedikit selisih menunjukkan faktor delay respon, beban proses, atau akurasi sensor.

Mesin 2: Setpoint 160°C → Aktual 158°C (selisih -2°C). Mesin 13: Setpoint 150°C → Aktual 149°C (selisih -1°C).Mesin 15: Setpoint 165°C → Aktual 164°C (selisih -1°C).Mesin lainnya hampir 0°C perbedaan. Selisih ini sangat kecil, artinya sistem kontrol stabil dan presisi. Data ini berguna untuk evaluasi performa sistem kontrol pada mesin fryer. Dengan selisih yang kecil, kualitas hasil penggorengan akan lebih konsisten. Bisa juga dipakai sebagai dasar kalibrasi sensor atau pengecekan ulang jika ada mesin yang sering melenceng

### 3.1 Pengujian Transmitter Dan Akuisisi Data Mikrokontroler

Transmitter diuji untuk memastikan sinyal 4–20 mA yang dihasilkan linear terhadap suhu. Mikrokontroler berhasil membaca sinyal tersebut dan mengonversinya ke data digital melalui ADC internal. Berikut adalah tabel sinyal 4-20 mA yang dihasilkan misal suhu setpoint 160°C.

Tabel 2 Data Sinyal Trasmmitter.

Sinyal 4-20 mA	Suhu Yang Dihasilkan
4 mA	40°C
8 mA	80°C
16 mA	120°C
20 mA	160°C

Dari Tabel 2 memperlihatkan hubungan antara sinyal arus standar industri (4–20 mA) dengan suhu yang dihasilkan. Sinyal 4–20 mA merupakan standar dalam sistem instrumentasi industri untuk mengirimkan data sensor ke controller (PLC, DCS, HMI). Rentang 4 mA = nilai minimum, sedangkan 20 mA = nilai maksimum. Penggunaan 4 mA (bukan 0 mA) sebagai titik nol berguna untuk mendeteksi jika ada kerusakan kabel atau sensor (karena 0 mA artinya error, bukan hanya nilai nol). Suhu yang Dihasilkan Nilai arus dikonversi menjadi suhu terukur. Dari tabel didapat 4 mA = 40°C, 8mA = 80°C,16 mA = 120°C, 20 mA = 160°C. Hubungan Arus–Suhu data menunjukkan bahwa semakin besar arus (mA), semakin tinggi suhu yang terbacaSecara umum hubungannya linier dalam rentang kerja 4–20 mA. Artinya, arus listrik menjadi representasi besaran fisik (suhu) sehingga mudah dibaca dan dikendalikan oleh sistem otomatis. Tabel ini biasanya dipakai sebagai referensi kalibrasi sensor (misalnya sensor suhu PT100 dengan transmitter 4–20 mA).PLC/HMI akan menggunakan data ini untuk menampilkan suhu sebenarnya, bukan hanya angka arus.

### 3.2 Pengujian Aktuator (Servo Motor)

Pengujian dilakukan terhadap servo motor yang digunakan sebagai aktuator dalam sistem kontrol modutrol valve, dengan tujuan untuk mengevaluasi kemampuannya dalam menyesuaikan posisi bukaan katup secara presisi sesuai dengan sinyal keluaran yang dihasilkan oleh algoritma kontrol PID. Dalam sistem ini, servo motor berperan penting sebagai elemen penggerak yang merespons sinyal kendali berdasarkan perubahan suhu yang terdeteksi oleh sensor.

Selama proses pengujian, servo motor diberi input sinyal kendali dalam bentuk sinyal analog standar industri, yaitu rentang 4–20 mA, yang merepresentasikan tingkat bukaan valve dari posisi tertutup sepenuhnya hingga terbuka penuh. Berdasarkan pengamatan terhadap respon motor terhadap perubahan sinyal tersebut, diperoleh hasil bahwa servo motor mampu menggerakkan valve dengan tingkat akurasi yang tinggi, di mana setiap perubahan kecil pada nilai sinyal dikonversikan menjadi perubahan sudut bukaan katup yang proporsional dan tepat.

Selain akurasi, waktu respons servo motor juga diuji untuk melihat seberapa cepat aktuator dapat beradaptasi terhadap sinyal kendali yang berubah secara dinamis. Hasilnya menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan oleh motor untuk mencapai posisi target sangat singkat, menandakan bahwa

sistem memiliki respons yang cepat dan minim delay, sehingga sangat cocok untuk aplikasi pengendalian suhu yang memerlukan penyesuaian cepat terhadap fluktuasi beban panas. Untuk mendukung hasil pengujian ini, berikut disajikan tabel hubungan antara persentase bukaan valve modutrol dan nilai sinyal input 4–20 mA yang diterima oleh servo motor. Tabel ini menunjukkan konversi linier antara sinyal kendali dan posisi aktuator, serta menjadi acuan penting dalam pengaturan sistem secara keseluruhan.

Tabel 3 Data Persentase Aktuator.

Sinyal 4-20 mA yang diberikan	Persentase bukaan valve modutrol
4 mA	25%
8 mA	50
16 mA	75%
20 mA	100%

Sinyal 4–20 mA merupakan sinyal kontrol standar di industri. Digunakan untuk mengendalikan aktuator (seperti valve modutrol) dari sistem kontrol (PLC, DCS, HMI). Valve Modutrol Adalah jenis aktuator atau kontrol valve yang bukaannya bisa diatur secara bertahap (bukan hanya ON/OFF).Semakin besar sinyal arus yang diberikan, semakin besar pula bukaan valve. Dari tabel 3 terlihat hubungan linear antara arus dengan persentase bukaan. Arus minimum (4 mA) tidak berarti valve tertutup penuh, tetapi sudah berada di 25% bukaan. Arus maksimum (20 mA) berarti valve terbuka penuh (100%). Hal ini menunjukkan bahwa valve dirancang untuk tidak menutup sepenuhnya (agar tetap ada aliran minimu Data tabel ini menjadi referensi kalibrasi dan kontrol operasi valve. Sistem kontrol bisa mengatur laju aliran fluida/gas sesuai kebutuhan proses dengan cara mengubah sinyal arus.

### 3.3 Efisiensi Waktu dan Penggunaan Energi

Sistem kontrol otomatis juga terbukti meningkatkan efisiensi baik dari sisi waktu maupun konsumsi energi. Berdasarkan hasil pengujian, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu operasional dalam sistem otomatis lebih cepat sekitar 10–15% dibandingkan dengan sistem manual. Hal ini disebabkan oleh kemampuan sistem otomatis dalam mengatur aliran steam secara presisi dan responsif terhadap perubahan suhu, tanpa jeda waktu yang biasanya terjadi dalam sistem manual akibat keterlambatan reaksi operator. Efisiensi ini berdampak langsung pada penghematan energi, khususnya steam, yang jumlah pemakaiannya dapat ditekan karena proses pemanasan berlangsung lebih efisien

Tabel 4 Data Perbandingan Output Steam Januari 2024 Dengan Mei 2025

Tanggal	Output Steam Kondisi Sebelum (Ton)	Tanggal	Output Steam Kondisi Sesudah (Ton)
01/01/2024		01/05/2025	
02/01/2024	170	02/05/2025	121
03/01/2024	192	03/05/2025	75
04/01/2024	171	04/05/2025	0
05/01/2024	159	05/05/2025	113
06/01/2024	86	06/05/2025	109
07/01/2024		07/05/2025	102
08/01/2024	165	08/05/2025	105
09/01/2024	189	09/05/2025	102
10/01/2024	188	10/05/2025	37
11/01/2024	164	11/05/2025	
12/01/2024	144	12/05/2025	
13/01/2024	55	13/05/2025	114
14/01/2024		14/05/2025	101
15/01/2024	185	15/05/2025	98
16/01/2024	189	16/05/2025	99
17/01/2024	189	17/05/2025	31
18/01/2024	169	18/05/2025	
19/01/2024	147	19/05/2025	126
20/01/2024	61	20/05/2025	121
21/01/2024		21/05/2025	112
22/01/2024	191	22/05/2025	101
23/01/2024	161	23/05/2025	93
24/01/2024	158	24/05/2025	37
25/01/2024	136	25/05/2025	
26/01/2024	154	26/05/2025	97
27/01/2024	119	27/05/2025	109
28/01/2024	0	28/05/2025	107
29/01/2024	158	29/05/2025	111
30/01/2024	160	30/05/2025	105
31/01/2024	169	31/05/2025	42
<b>TOTAL</b>	<b>4029</b>	<b>TOTAL</b>	<b>2368</b>

Berdasarkan data tabel 4, output steam sebelum dan sesudah implementasi sistem kontrol modutrol valve, berikut adalah analisis penghematan. Total Output Steam Januari 2024 (sebelum sistem kontrol otomatis): 4.029 Ton. Total Output Steam Mei 2025 (setelah sistem kontrol otomatis): 2.368 Ton. Persentase Penghematan =  $((4029-2368))/4029 \times 100\% = 41,24\%$ . Implementasi sistem kontrol otomatis modutrol valve berbasis sensor suhu berhasil menurunkan konsumsi steam secara signifikan hingga  $\pm 41,24\%$ .

#### 4. Kesimpulan

Hasi Sistem kontrol otomatis berbasis sensor suhu dengan PLC, modutrol valve, transmitter suhu, dan sensor RTD PT100 terbukti mampu menjaga kestabilan suhu proses dengan deviasi maksimum  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  dari setpoint. Implementasi sistem ini berhasil menurunkan konsumsi steam hingga  $\pm 41,24\%$  dibandingkan dengan sistem manual, sehingga meningkatkan efisiensi energi dan menekan biaya operasional. Penerapan sistem kontrol otomatis mendukung terciptanya proses produksi yang lebih modern, stabil, dan berkelanjutan di lingkungan industri.

#### 5. Referensi

- [1] Suroso, "Sistem Kontrol Buka Tutup Valve Pada Proses Pemanasan Air Jacket," pp. II-1, 2016, [Online]. Available: <http://repository.uma.ac.id/handle/123456789/13941>
- [2] R. Hardiansyah, "Kendali Posisi Linear Actuator Berbasis PID Menggunakan PLC," *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 12-17, 2018, doi: 10.30871/jaee.v2i1.1077.
- [3] Y. R. Pratama, A. Parastiwi, and S. U. Amri, "Pemantauan Perubahan Suhu Terhadap Pengontrolan Pada Heat Exchanger Dengan Sensor Pt100 Berbasis," *J. Eltek*, vol. 16, no. 2, p. 62, 2018, doi: 10.33795/eltek.v16i2.100.
- [4] D. Aprilia and H. Hardjono, "Penentuan Efisiensi Boiler Dengan Menggunakan Metode Langsung Di Pt X Lumajang," *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 7, no. 2, pp. 421-426, 2023, doi: 10.33795/distilat.v7i2.237.
- [5] D. I. Habibie *et al.*, "RANCANG BANGUN TEMPERATURE TRANSMITTER PADA SISTEM," pp. 714-725, 2024.
- [6] Fatoni Gea Airlangga, Aris Triwiyatno, and Sumardi, "Perancangan Sistem Automasi Pada Pengemasan Susu Dalam Botol Dengan Programmable Logic Controller (PLC) Omron CP1E Terhadap Purwarupa Filling Bottle and Capping Machine," *Transient*, vol. 6, no. 1, pp. 103-109, 2017.
- [7] M. Ali, "Pembelajaran Perancangan Sistem Kontrol PID Dengan Software Matlab," *J. Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 1-8, 2004.
- [8] D. S. Astuti, A. Aminudin, and W. Waslaluddin, "Analisis Karakteristik Sistem Kontrol Temperatur Berbasis Autonics Tk4S-14Rn Untuk Prototipe Pengereng Bahan Pakaian," *Wahana Fis.*, vol. 4, no. 1, p. 12, 2019, doi: 10.17509/wafi.v4i1.15053.
- [9] H. Haryanto and S. Hidayat, "Perancangan HMI ( Human Machine Interface ) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC," vol. 1, no. 2, 2012.
- [10] F. T. Industri, "DESIGN CONSTRUCTION MEASURING SYSTEM THE OXYGEN ( O 2 ) SENSOR CALIBRATION TOOL," 2014.
- [11] Djuandi, S. Anis, and F. S. Pribadi, "Sistem Akuisisi Data Berbasis Telemetri," *Saintekno J. Sains dan Teknol.*, vol. 9, no. 1, pp. 79-88, 2011.
- [12] Zulfa Anis Labiba, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Temperatur Steam Output Terintegrasi Hmi (Human Machine Interface) Pada Mini Plant Boiler Di Workshop Instrumentasi Zulfa Anis Labiba," p. 7, 2017, [Online]. Available: <https://repository.its.ac.id/47051/>