Jurnal Teknlogi Informatika dan Komputer MH. Thamrin p-ISSN 2656-9957; e-ISSN 2622-8475
Volume 12 No 2; September 2026 Hal 2191-2200

Development of an Internet of Things-Based Information System for Monitoring and Controlling Mechanical Equipment

Gustam Efendi[1)*)], Robertus Saptoto[2)], Adiman[3)], Azhar Sadiq[4)], Sofarina[5)]

[1)5)]Program Studi Sistem Informasi, Sekolah Tinggi Teknologi Bina Tunggal
[2)]Program Studi Usaha Perjalanan Wisata, Sekolah Tinggi Pariwisata AMPTA Yogyakarta
[3)]Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Bina Tunggal
[4)]Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Bina Tunggal
[*)]**Correspondence author**: gustam.efendi2009@gmail.com, Bekasi, Indonesia
DOI: https://doi.org/10.37012/jtik.v12i2.3942

Abstract

Mechanical equipment such as electric motors, pumps, compressors, and production machines requires periodic condition monitoring. Manual inspection can delay fault detection, increase downtime, and provide limited historical data. This study aimed to develop an Internet of Things (IoT)-based information system for monitoring and controlling mechanical equipment by measuring temperature, electric current, vibration, rotational speed (RPM), and oil pressure in real time while providing remote control through a relay module. The system was developed using a prototyping method that included requirements identification, system design, hardware and software implementation, testing, and evaluation. The system used a NodeMCU ESP32 integrated with DS18B20, PZEM-004T, SW-420, an infrared RPM sensor, a pressure sensor, a web dashboard, and a MySQL database. Black box testing showed that all system functions operated as designed. Accuracy testing produced sensor accuracy values ranging from 94.8% to 98.1% compared with standard measuring instruments. The system supports faster anomaly detection, documented monitoring data, and remote equipment control. Further development should test additional equipment types and more varied network conditions.

Keywords: *Internet of Things, Information System, Monitoring, Control, Mechanical Equipment*

Abstrak

Peralatan mekanik seperti motor listrik, pompa, kompresor, dan mesin produksi merupakan aset penting yang memerlukan pemantauan kondisi secara berkala. Pemantauan manual dapat menyebabkan keterlambatan deteksi gangguan, meningkatkan downtime, dan menghasilkan data historis yang terbatas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem informasi pemantauan dan pengendalian peralatan mekanik berbasis Internet of Things (IoT) untuk memantau suhu, arus listrik, getaran, kecepatan putaran (RPM), dan tekanan oli secara real-time serta menyediakan kendali jarak jauh melalui modul relay. Pengembangan sistem menggunakan metode prototyping yang mencakup identifikasi kebutuhan, perancangan, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian, dan evaluasi. Sistem menggunakan NodeMCU ESP32 yang terintegrasi dengan sensor DS18B20, PZEM-004T, SW-420, sensor inframerah RPM, sensor tekanan, dashboard web, dan basis data MySQL. Pengujian black box menunjukkan seluruh fungsi berjalan sesuai rancangan. Pengujian akurasi menghasilkan tingkat akurasi 94,8% sampai 98,1% dibandingkan alat ukur standar. Sistem mendukung deteksi anomali lebih cepat, pencatatan data yang terdokumentasi, dan pengendalian peralatan dari jarak jauh. Pengembangan berikutnya perlu menguji lebih banyak jenis peralatan dan kondisi jaringan.

Kata Kunci: Internet of Things, Sistem Informasi, Pemantauan, Pengendalian, Peralatan Mekanik

PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) memungkinkan perangkat mengumpulkan, mengirim, dan mengolah data melalui jaringan internet secara real-time. Teknologi ini mendukung pemantauan serta pengendalian jarak jauh pada rumah pintar dan lingkungan operasional. NodeMCU dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat elektronik melalui layanan internet (Basri et al., 2021). IoT juga diterapkan pada pengendalian infrastruktur operasional (Hergika et al., 2021). Penerapan berbasis NodeMCU pada smart home menunjukkan kemampuan pemantauan dan pengendalian perangkat melalui aplikasi internet (Wijayanti, 2022).

Sensor berbasis IoT dapat mengirimkan data kondisi secara berkelanjutan. Sistem pemantauan kapasitas sampah menyediakan informasi real-time untuk mendukung pencegahan banjir (Mukhtar et al., 2020). Pemantauan daya berbasis Firebase mampu menampilkan tegangan dan arus dari jarak jauh (Jokanan et al., 2022). GPS dan IoT juga digunakan untuk pemantauan kendaraan jarak jauh (Rizaldi & Syukron, 2020). Pendekatan serupa digunakan pada kendaraan darurat (Saputra & Hidayat, 2022). Firebase juga digunakan untuk menampilkan data kendaraan secara langsung kepada pengguna (Sitorus et al., 2021).

Fungsi monitoring menjadi lebih berguna ketika dipadukan dengan pengendalian. Kendali lampu berbasis IoT memungkinkan perintah on/off melalui jaringan internet (Susilo et al., 2021). Integrasi monitoring dan kontrol juga digunakan pada sistem smart home (Supiyandi et al., 2023). Ketepatan sensor menentukan keandalan data pemantauan konsumsi listrik (Kurniawan et al., 2022). Integrasi sensor, penyimpanan data, dan kendali peralatan juga diterapkan pada pemantauan daya rumah tangga (Prayitno et al., 2021). Notifikasi otomatis pada sistem kualitas air dapat mempercepat respons terhadap kondisi abnormal (Maulana et al., 2021). Pemilihan sensor yang sesuai dengan parameter pengukuran juga penting pada sistem kualitas air berbasis IoT (Fahmi & Natalia, 2020).

Peralatan mekanik di laboratorium dan bengkel praktik memerlukan pemantauan berkala karena suhu, arus listrik, getaran, kecepatan putaran, dan tekanan pelumasan dapat berubah selama operasi. Pemeriksaan manual berisiko menunda deteksi gangguan dan membatasi ketersediaan data historis. Otomatisasi berbasis sensor dapat mempercepat informasi ketika kondisi abnormal terdeteksi (Genaldo et al., 2020). Sistem deteksi berbasis IoT juga

menunjukkan manfaat notifikasi untuk mendukung respons dini (Sudarta et al., 2022). Penelitian ini mengisi kebutuhan integrasi lima parameter kondisi peralatan mekanik dengan kendali jarak jauh dalam satu dashboard berbasis web. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem informasi pemantauan dan pengendalian peralatan mekanik berbasis IoT untuk mempercepat deteksi gangguan, mendukung kendali jarak jauh, dan menyediakan data pemantauan yang terdokumentasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan sistem dengan metode prototyping. Metode ini digunakan karena memungkinkan kebutuhan pengguna diterjemahkan secara bertahap ke dalam rancangan yang dapat diuji dan dievaluasi. Tahapan pengembangan mencakup identifikasi kebutuhan, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian sistem, serta evaluasi. Teknisi peralatan mekanik dan pengelola laboratorium berperan sebagai sumber kebutuhan sistem selama proses pengembangan.

Pengujian prototipe dilakukan pada lingkungan laboratorium atau bengkel teknik mesin dengan satu unit motor listrik tiga fasa sebagai objek uji. Penelitian pengembangan ini tidak menggunakan populasi dan sampel statistik karena fokus penelitian berada pada pengembangan serta pengujian fungsi prototipe. Teknisi yang terlibat dalam observasi dan wawancara diposisikan sebagai informan kebutuhan sistem, bukan sebagai sampel statistik.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan sistem dengan menggunakan metode prototyping dan dilaksanakan pada Februari hingga April 2026 di laboratorium/bengkel teknik mesin yang digunakan sebagai lokasi pengembangan dan pengujian sistem. Unit yang digunakan dalam proses pengujian adalah satu motor listrik tiga fasa. Proses penelitian meliputi identifikasi kebutuhan pengguna, perancangan arsitektur sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian fungsional dan akurasi sensor, serta evaluasi hasil pengembangan.

Teknik pengumpulan data terdiri atas observasi kondisi dan proses pemantauan peralatan, wawancara dengan teknisi untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna, serta pencatatan hasil pengukuran sensor dan pengujian fungsi sistem. Tahap perancangan meliputi arsitektur

IoT, basis data, antarmuka dasbor pemantauan, dan integrasi perangkat keras. Perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1.

Perangkat Keras dan Perangkat Lunak yang Digunakan

Komponen	Fungsi dalam Sistem
NodeMCU ESP32	Mikrokontroler utama, pemroses data sensor dan penghubung ke jaringan internet (Wi-Fi)
Sensor DS18B20	Mengukur suhu permukaan peralatan mekanik (motor/gearbox)
Sensor PZEM-004T	Mengukur tegangan, arus, dan daya listrik yang digunakan peralatan
Sensor SW-420	Mendeteksi getaran (vibrasi) abnormal pada peralatan berputar
Sensor Inframerah (IR) RPM	Menghitung kecepatan putaran poros/motor
Sensor Tekanan (Pressure Sensor)	Memantau tekanan oli/fluida pada sistem hidrolik atau pelumasan
Modul Relay 4 Channel	Mengendalikan on/off peralatan mekanik secara jarak jauh
Database MySQL	Menyimpan data historis hasil pemantauan sensor
Dashboard berbasis Web (PHP)	Menyajikan data pemantauan dan panel kendali kepada pengguna

Arsitektur sistem dirancang dalam tiga lapisan utama. Lapisan perangkat terdiri atas sensor yang terpasang pada peralatan mekanik dan terhubung ke mikrokontroler NodeMCU ESP32. Lapisan jaringan dan pemrosesan mengirimkan data dari mikrokontroler ke server melalui protokol HTTP/MQTT dan menyimpannya dalam basis data MySQL. Lapisan aplikasi berupa dasbor berbasis web yang menyajikan data dalam bentuk grafik dan tabel serta menyediakan panel kendali on/off melalui modul relay.

Pengujian sistem menggunakan dua pendekatan. Pengujian black box digunakan untuk memeriksa kesesuaian fungsi login, tampilan data, notifikasi, penyimpanan data, akses sistem, dan kendali relay terhadap rancangan. Pengujian akurasi sensor dilakukan dengan membandingkan pembacaan sistem dengan alat ukur standar, yaitu termometer digital, tang ampere, tachometer, vibration meter, dan pressure gauge. Setiap parameter diuji sebanyak sepuluh kali. Data dianalisis secara deskriptif melalui status hasil uji fungsi, nilai rata-rata pengukuran, selisih terhadap alat standar, dan persentase akurasi. Hasil disajikan dalam tabel, grafik, dan uraian naratif. Keabsahan hasil pengukuran diperiksa melalui pengulangan pengujian dan pembandingan langsung dengan alat ukur standar. Persentase akurasi dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Akurasi (\%)} = [1 - |\text{Nilai Standar} - \text{Nilai Sensor}| / \text{Nilai Standar}] \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem

Implementasi perangkat keras menghasilkan sebuah unit pemantauan yang dipasang pada peralatan mekanik uji coba berupa motor listrik tiga fasa. Kelima sensor yang digunakan dihubungkan ke mikrokontroler NodeMCU ESP32, kemudian data dikirim setiap lima detik ke server melalui jaringan Wi-Fi. Pada sisi perangkat lunak, dashboard berbasis web dikembangkan menggunakan PHP dan basis data MySQL, yang menampilkan data pemantauan secara real-time dalam bentuk grafik, serta menyediakan menu riwayat data, notifikasi ambang batas, dan panel kendali relay untuk menyalakan atau mematikan peralatan dari jarak jauh. Fitur notifikasi ambang batas dirancang menyerupai konsep notifikasi otomatis yang terbukti efektif mempercepat respons pengguna terhadap kondisi abnormal pada penelitian sebelumnya (Maulana et al., 2021). Temuan tersebut juga sejalan dengan penggunaan notifikasi pada sistem deteksi berbasis IoT (Sudarta et al., 2022).

Hasil Pengujian Black Box

Pengujian black box dilakukan terhadap tujuh skenario fungsional utama sistem. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2.

Hasil Pengujian Black Box

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Login pengguna dengan akun valid	Pengguna masuk ke halaman dashboard	Sesuai
2	Login dengan akun tidak valid	Sistem menolak dan menampilkan pesan kesalahan	Sesuai
3	Pembacaan data sensor suhu, arus, getaran, RPM, dan tekanan	Data tampil pada dashboard secara real-time	Sesuai
4	Pengiriman notifikasi saat nilai melewati ambang batas	Notifikasi terkirim ke pengguna	Sesuai
5	Pengendalian relay on/off peralatan dari dashboard	Peralatan menyala/mati sesuai perintah	Sesuai
6	Penyimpanan data ke basis data	Data tersimpan dan dapat ditampilkan dalam laporan	Sesuai
7	Akses sistem melalui jaringan internet dari luar area lokal	Dashboard dapat diakses tanpa kendala berarti	Sesuai

Berdasarkan Tabel 2, seluruh skenario pengujian black box menunjukkan hasil "Sesuai", yang berarti seluruh fungsi utama sistem, mulai dari autentikasi pengguna, pembacaan data sensor, pengiriman notifikasi, pengendalian relay, penyimpanan data, hingga aksesibilitas sistem melalui jaringan internet telah berjalan sebagaimana rancangan awal.

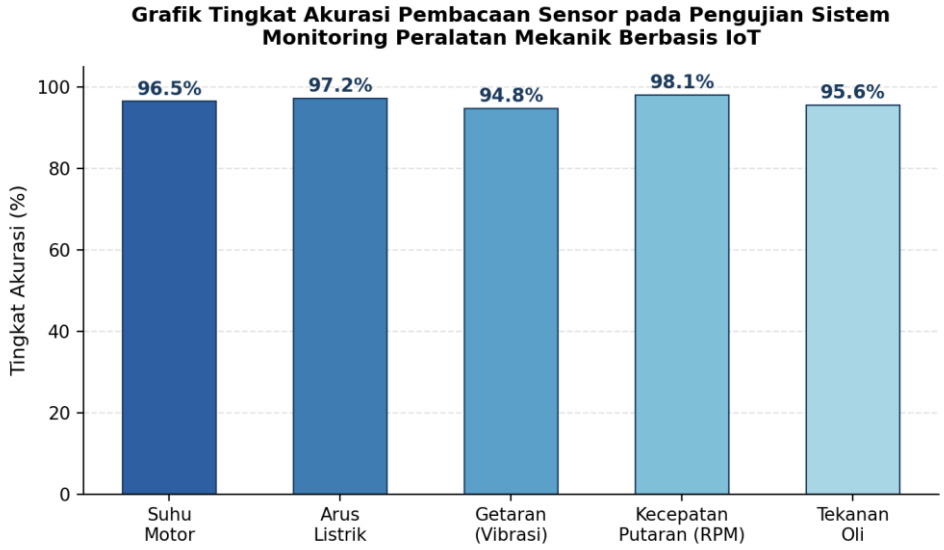
Hasil Pengujian Akurasi Sensor

Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan rata-rata sepuluh kali pengukuran pada masing-masing parameter menggunakan sensor sistem terhadap alat ukur standar. Data olahan hasil pengujian disajikan pada Tabel 3 dan divisualisasikan pada Gambar 1.

Tabel 3.

Data Olahan Hasil Pengujian Akurasi Sensor

Parameter	Rata-rata Alat Ukur Standar	Rata-rata Sensor Sistem	Tingkat Akurasi (%)
Suhu Motor (°C)	58,4	56,4	96,5
Arus Listrik (A)	4,32	4,20	97,2
Getaran/Vibrasi (mm/s)	3,15	2,99	94,8
Kecepatan Putaran/RPM	1.480	1.452	98,1
Tekanan Oli (bar)	2,73	2,61	95,6



Gambar 1. Diagram Batang Tingkat Akurasi Pembacaan Sensor

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 1, tingkat akurasi pembacaan sensor pada sistem yang dikembangkan berada pada rentang 94,8% hingga 98,1%. Parameter kecepatan putaran (RPM) memperoleh tingkat akurasi tertinggi sebesar 98,1%, sedangkan parameter getaran (vibrasi) memperoleh tingkat akurasi terendah sebesar 94,8%. Perbedaan ini wajar terjadi mengingat sensor getaran lebih sensitif terhadap gangguan mekanis di sekitar area pengujian dibandingkan sensor lain yang bersifat lebih stabil. Dari hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu memberikan data pemantauan dengan tingkat

keakuratan yang tinggi apabila didukung oleh sensor yang terkalibrasi dengan baik, sejalan dengan temuan pada penelitian monitoring daya listrik berbasis IoT sebelumnya (Jokanan et al., 2022). Hasil tersebut juga sejalan dengan penelitian pemantauan konsumsi daya berbasis IoT yang memperoleh kesalahan pengukuran relatif kecil (Kurniawan et al., 2022).

Pembahasan

Dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu yang umumnya hanya berfokus pada satu parameter pemantauan (Prayitno et al., 2021). Penelitian kualitas air juga berfokus pada parameter tertentu (Maulana et al., 2021). Pola serupa terlihat pada pemantauan kualitas air berbasis IoT (Fahmi & Natalia, 2020), sistem yang dikembangkan pada penelitian ini mengintegrasikan lima parameter kondisi peralatan mekanik sekaligus dalam satu dashboard, yaitu suhu, arus listrik, getaran, kecepatan putaran, dan tekanan oli. Integrasi ini memberikan gambaran kondisi peralatan yang lebih menyeluruh sehingga potensi kegagalan dapat dideteksi lebih dini, sebagaimana pentingnya pemantauan multi-parameter pada sistem permesinan skala besar (Theotokatos et al., 2020).

Fitur pengendalian jarak jauh melalui modul relay juga memberikan nilai tambah, karena pengguna tidak hanya dapat memantau, tetapi juga dapat mengambil tindakan langsung berupa mematikan peralatan apabila terdeteksi kondisi tidak normal, sejalan dengan konsep integrasi monitoring dan controlling pada penelitian smart home berbasis IoT (Susilo et al., 2021). Pendekatan kendali dan pemantauan terpadu juga digunakan pada sistem smart home (Supiyandi et al., 2023). Dengan demikian, sistem ini berpotensi menekan downtime peralatan mekanik dan mengurangi ketergantungan terhadap pengecekan manual yang selama ini dilakukan secara berkala oleh teknisi.

Meskipun demikian penelitian ini masih memiliki keterbatasan, di antaranya pengujian baru dilakukan pada satu unit peralatan mekanik (motor listrik tiga fasa) dan belum melibatkan skenario jaringan internet yang tidak stabil dalam jangka waktu lama. Oleh karena itu, pengujian pada berbagai jenis peralatan mekanik lain serta evaluasi keandalan sistem dalam kondisi jaringan yang lebih beragam perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem informasi pemantauan dan pengendalian peralatan mekanik berbasis Internet of Things yang mengintegrasikan lima parameter kondisi peralatan, yaitu suhu, arus listrik, getaran, kecepatan putaran, dan tekanan oli, dalam satu dashboard berbasis web. Hasil pengujian black box menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai rancangan, sedangkan hasil pengujian akurasi menunjukkan tingkat akurasi pembacaan sensor berkisar antara 94,8% hingga 98,1% dibandingkan alat ukur standar. Sistem ini terbukti mampu menyajikan data pemantauan secara real-time dan terdokumentasi, serta menyediakan fitur kendali jarak jauh yang dapat mempercepat respons terhadap kondisi abnormal peralatan mekanik. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan untuk menambah cakupan pengujian pada berbagai jenis peralatan mekanik lain, mengintegrasikan fitur prediksi kerusakan berbasis data historis, serta mengevaluasi keandalan sistem pada kondisi jaringan internet yang lebih beragam.

REFERENSI

1. Basri, B., Qashlim, A., & Suryadi. (2021). Relay kontrol menggunakan Google Firebase dan Node MCU pada sistem smart home. *Technomedia Journal, 6*(1), 15–29. https://doi.org/10.33050/tmj.v6i1.1432
2. Fahmi, N., & Natalia, S. (2020). Sistem pemantauan kualitas air budidaya ikan lele menggunakan teknologi IoT. *Jurnal Media Informatika Budidarma, 4*(4), 1243–1248. https://doi.org/10.30865/mib.v4i4.2486
3. Genaldo, R., Septyawan, T., Surahman, A., & Prasetyawan, P. (2020). Sistem keamanan pada ruangan pribadi menggunakan mikrokontroler Arduino dan SMS Gateway. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer, 1*(2), 46–52. https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i2.15
4. Hergika, G., Siswanto, & Sutarti. (2021). Perancangan Internet of Things (IoT) sebagai kontrol infrastruktur dan peralatan toll pada PT. Astra Infratoll Road. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer, 8*(2), 86–98. https://doi.org/10.30656/prosisko.v8i2.3862

5. Jokanan, J. W., Widodo, A., Kholis, N., & Rakhmawati, L. (2022). Rancang bangun alat monitoring daya listrik berbasis IoT menggunakan Firebase dan aplikasi. *Jurnal Teknik Elektro, 11*(1), 47–55. https://doi.org/10.26740/jte.v11n1.p47-55
6. Kurniawan, E., Pangaudi, D. S., & Widjatmoko, E. N. (2022). Perancangan sistem monitoring konsumsi daya listrik berbasis Android. *Cyclotron, 5*(1), 63–68. https://doi.org/10.30651/cl.v5i1.8772
7. Maulana, R., Kusnadi, & Asfi, M. (2021). Sistem monitoring dan controlling kualitas air serta pemberian pakan pada budidaya ikan lele menggunakan metode fuzzy, NodeMCU, dan Telegram. *ITEJ (Information Technology Engineering Journals), 6*(1), 53–64. https://doi.org/10.24235/itej.v6i1.57
8. Mukhtar, H., Perdana, D., Sukarno, P., & Mulyana, A. (2020). Sistem pemantauan kapasitas sampah berbasis IoT (SiKaSiT) untuk pencegahan banjir di wilayah Sungai Citarum Bojongsoang Kabupaten Bandung. *Jurnal Teknologi Lingkungan, 21*(1), 56–67. https://doi.org/10.29122/jtl.v21i1.3622
9. Prayitno, B., Muhammad, A., Putra, R. I., Putra, E., & Palupiningsih, P. (2021). Rancang bangun sistem monitoring dan controlling penggunaan daya peralatan listrik rumah tangga menggunakan IoT. *PETIR, 15*(1), 57–62. https://doi.org/10.33322/petir.v15i1.1383
10. Rizaldi, M. A., & Syukron, I. (2020). Rancang bangun sistem pemantauan jarak jauh kendaraan berbasis GPS dan IoT. *Electrician, 14*(1), 18–23. https://ejournal.ust.ac.id/index.php/Jurnal_Means/article/view/5159
11. Saputra, H., & Hidayat, F. (2022). IoT-based real-time monitoring of emergency vehicles. *International Journal of Engineering Research & Applications, 12*(5), 55–60. https://ejournal.ust.ac.id/index.php/Jurnal_Means/article/view/5159
12. Sitorus, H. R., Samosir, A. S., & Pasaribu, H. (2021). Desain monitoring kendaraan menggunakan IoT dan Firebase Realtime. *Jurnal Teknologi Informasi, 6*(2), 110–117. https://ejournal.ust.ac.id/index.php/Jurnal_Means/article/view/5159
13. Sudarta, A., Ferdiansyah, F., Siahaan, R. R., & Maruloh, M. (2022). Rancang bangun pendeteksi kebakaran dan monitoring berbasis IoT dengan microcontroller NodeMCU. *Bina Insani ICT Journal, 9*(1), 22–32. https://doi.org/10.51211/biict.v9i1.1704
14. Supiyandi, Rizal, C., Iqbal, M., Siregar, M. N. H., & Eka, M. (2023). Smart home berbasis Internet of Things (IoT) dalam mengendalikan dan monitoring keamanan

rumah. *Journal of Information System Research (JOSH), 4*(4), 1302–1307. https://doi.org/10.47065/josh.v4i4.3822

15. Susilo, D., Sari, C., & Krisna, G. W. (2021). Sistem kendali lampu pada smart home berbasis IoT (Internet of Things). *ELECTRA: Electrical Engineering Articles, 2*(1), 23–30. https://doi.org/10.25273/electra.v2i1.10504
16. Theotokatos, G., Stoumpos, S., Bolbot, V., & Boulougouris, E. (2020). Simulation-based investigation of a marine dual-fuel engine. *Journal of Marine Engineering & Technology, 19*(sup1), 5–16. https://doi.org/10.1080/20464177.2020.1717266
17. Wijayanti, M. (2022). Prototype smart home dengan NodeMCU ESP8266 berbasis IoT. *Jurnal Ilmiah Teknik, 1*(2), 101–107. https://doi.org/10.56127/juit.v1i2.169