Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
6 (2) 2026, Page: 39747-39750

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING COOLING TOWER UNTUK MENDETEKSI GANGGUAN DAN MENINGKATKAN KEANDALAN OPERASIOANAL MELALUI ANALISIS PARAMETER LISTRIK

Miftahur Rizqi Nasution[1], Yenni Arnas[2]

[1,2]Politeknik Penerbangan Indonesia

Corresponding Author: Miftahur Rizqi Nasution, e-mail: miftahurr65@gmail.com
miftahurr65@gmail.com[1], yenni.arnas@ppicurug.ac.id[*]

Published: Juli, 2026

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring pada Cooling Tower sebagai bagian dari sistem Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) di Terminal 3 Bandara Internasional Soekarno–Hatta. Cooling Tower merupakan komponen penting dalam sistem pendingin yang berfungsi untuk melepaskan panas dari air pendingin sehingga dapat digunakan kembali dalam siklus pendinginan. Dalam operasional bangunan berskala besar seperti bandara, pemantauan kondisi peralatan HVAC secara real-time menjadi sangat penting untuk menjaga stabilitas suhu ruangan serta meningkatkan efisiensi energi. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem monitoring yang mampu memantau parameter operasional Cooling Tower secara otomatis dan memberikan informasi kondisi sistem secara cepat kepada operator.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan pendekatan perancangan sistem berbasis Internet of Things (IoT). Sistem monitoring dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan beberapa sensor untuk membaca parameter operasional seperti suhu air dan arus listrik pada Cooling Tower. Data yang diperoleh kemudian dikirimkan melalui jaringan internet dan ditampilkan pada platform monitoring ThingSpeak dalam bentuk grafik secara real-time. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis melalui aplikasi Telegram apabila terjadi kondisi abnormal pada sistem.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring yang dirancang mampu membaca dan mengirimkan data parameter operasional Cooling Tower secara real-time. Data hasil pengujian menunjukkan bahwa Cooling Tower mampu menurunkan suhu air dari sekitar 32°C menjadi 27°C, yang menunjukkan bahwa proses pelepasan panas dapat berlangsung dengan baik. Sistem juga mampu memberikan notifikasi kepada operator ketika parameter sistem melewati batas yang telah ditentukan.

Berdasarkan hasil penelitian, sistem monitoring berbasis ESP32 dan Internet of Things (IoT) dapat digunakan sebagai solusi untuk meningkatkan efektivitas pemantauan sistem Cooling Tower pada sistem HVAC. Dengan adanya sistem ini, operator dapat memantau kondisi peralatan secara lebih cepat dan akurat sehingga potensi gangguan dapat dideteksi lebih awal serta keandalan operasional sistem pendingin di Terminal 3 Bandara Soekarno–Hatta dapat ditingkatkan.

Kata Kunci: HVAC, Cooling Tower, Internet of Things, ESP32, Sistem Monitoring

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Sistem pendingin udara atau Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) merupakan salah satu sistem penting yang digunakan pada bangunan berskala besar seperti bandara, pusat perbelanjaan, maupun gedung perkantoran. Sistem ini berfungsi untuk mengatur suhu,

kelembaban, serta sirkulasi udara agar tercipta kondisi lingkungan yang nyaman bagi pengguna bangunan. Pada bangunan dengan aktivitas tinggi seperti bandara, sistem HVAC memiliki peran yang sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap kenyamanan dan keamanan pengguna fasilitas tersebut (Umarella, 2020).

Bandara Internasional Soekarno–Hatta merupakan salah satu bandara dengan tingkat aktivitas penerbangan yang tinggi di Indonesia. Terminal 3 sebagai salah satu terminal utama melayani jumlah penumpang yang besar setiap harinya sehingga membutuhkan sistem pendingin udara yang bekerja secara optimal. Sistem HVAC yang digunakan pada bangunan berskala besar umumnya memiliki konsumsi energi yang cukup besar sehingga diperlukan sistem pengelolaan dan pemantauan yang baik agar kinerja sistem tetap efisien dan stabil (Adib, 2022).

Salah satu komponen penting dalam sistem HVAC adalah Cooling Tower. Cooling Tower berfungsi untuk menurunkan suhu air pendingin dengan cara melepaskan panas ke udara melalui proses perpindahan panas antara air dan udara. Proses ini memungkinkan air yang telah menyerap panas dari sistem pendingin dapat digunakan kembali dalam siklus pendinginan berikutnya (Effendi & Wirza, 2013). Kinerja Cooling Tower sangat dipengaruhi oleh kondisi komponen pendukung seperti motor fan, pompa air, serta sistem kontrol yang mengatur proses operasionalnya. Apabila terjadi gangguan pada salah satu komponen tersebut, maka proses pelepasan panas tidak dapat berlangsung secara optimal sehingga dapat menyebabkan penurunan performa sistem HVAC secara keseluruhan (Raut & Mohod, 2019).

Seiring dengan perkembangan teknologi, pemantauan kondisi peralatan industri saat ini dapat dilakukan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Teknologi IoT memungkinkan perangkat elektronik untuk saling terhubung melalui jaringan internet sehingga data operasional dapat dipantau secara real-time dari jarak jauh. Penerapan teknologi ini memberikan kemudahan dalam proses monitoring sistem serta memungkinkan operator untuk mendeteksi potensi gangguan lebih cepat (Wilianto & Kurniawan, 2018). Dalam pengembangan sistem monitoring berbasis IoT, salah satu perangkat yang banyak digunakan adalah ESP32. Mikrokontroler ini memiliki kemampuan komunikasi nirkabel yang baik serta dapat diintegrasikan dengan berbagai sensor sehingga cocok digunakan dalam sistem monitoring peralatan industri secara real-time (Zenhadi, 2022).

Selain itu, platform monitoring seperti ThingSpeak juga dapat digunakan untuk menampilkan data hasil pengukuran dalam bentuk grafik sehingga memudahkan proses analisis kondisi sistem (Saputro & Tuslam, 2022). Dengan adanya sistem monitoring berbasis IoT, parameter operasional peralatan seperti suhu dan arus listrik dapat dipantau secara terus-menerus sehingga potensi gangguan dapat diketahui lebih awal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring Cooling Tower berbasis ESP32 dan Internet of Things (IoT) yang mampu memantau parameter operasional sistem HVAC secara real-time pada Terminal 3 Bandara Internasional Soekarno–Hatta. Sistem ini diharapkan dapat membantu meningkatkan efektivitas pemantauan peralatan serta menjaga keandalan operasional sistem pendingin udara di lingkungan bandara.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental dengan pendekatan perancangan sistem untuk memonitor kinerja Cooling Tower pada sistem HVAC di Terminal 3 Bandara Soekarno–Hatta. Penelitian dilakukan dengan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk membaca dan mengirimkan data parameter operasional sistem secara real-time.

Penelitian dilakukan pada sistem Cooling Tower HVAC Terminal 3 Bandara Soekarno–Hatta yang berfungsi sebagai bagian dari sistem pendingin air dalam proses pelepasan panas pada chiller. Sistem monitoring dirancang menggunakan beberapa komponen utama yaitu : Mikrokontroler ESP32, Sensor arus, Sensor suhu, Modul komunikasi WiFi, Platform monitoring ThingSpeak**,** Sistem notifikasi melalui Telegram.

Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pusat pengolahan data yang menerima input dari sensor kemudian mengirimkan data tersebut ke platform monitoring melalui jaringan internet. Data yang telah dikirim kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga operator dapat memantau kondisi sistem secara real-time. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis yang akan mengirimkan pesan ke aplikasi Telegram apabila parameter sistem melewati batas yang telah ditentukan.

Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi: Studi literatur terkait sistem HVAC dan Cooling Tower, Analisis sistem Cooling Tower yang digunakan di Terminal 3 Bandara Soekarno–Hatta, Perancangan sistem monitoring berbasis IoT, Implementasi sistem menggunakan mikrokontroler ESP32, Pengujian sistem monitoring, Analisis data hasil pengujian sistem. Beberapa parameter yang diamati dalam penelitian ini antara lain: Arus motor fan Cooling Tower, Suhu air masuk Cooling Tower, Suhu air keluar Cooling Tower, Status operasional sistem. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui kinerja sistem Cooling Tower serta kemampuan sistem monitoring dalam mendeteksi kondisi abnormal pada sistem HVAC.

HASIL DAN DISKUSI

Implementasi Sistem Monitoring

Sistem monitoring Cooling Tower berbasis IoT berhasil dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor dan jaringan internet. Sistem ini mampu membaca parameter operasional seperti suhu air dan arus listrik kemudian mengirimkan data tersebut ke platform monitoring secara real-time. Data yang diperoleh dari sensor kemudian diproses oleh ESP32 dan dikirimkan ke platform ThingSpeak untuk ditampilkan dalam bentuk grafik monitoring. Selain itu, sistem juga terintegrasi dengan aplikasi Telegram untuk memberikan notifikasi apabila terjadi kondisi abnormal pada sistem.

Hasil Pengujian Sistem Monitoring

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam membaca parameter operasional Cooling Tower serta mengirimkan data secara real-time. Berdasarkan hasil pengujian, sistem monitoring mampu menampilkan data suhu dan arus listrik secara stabil pada platform monitoring. Contoh hasil pengujian sistem ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel. 1. Contoh Hasil Pengujian Sistem

No	Parameter	Nilai Pengukuran
1	Suhu air masuk	32°C
2	Suhu air keluar	27°C
3	Arus motor fan	4.8 A
4	Status sistem	Normal

Berdasarkan data tersebut, terlihat bahwa Cooling Tower mampu menurunkan suhu air dari 32°C menjadi 27°C sehingga proses pelepasan panas dapat berlangsung dengan baik.

Analisis Sistem Monitoring

Sistem monitoring yang dirancang mampu memberikan informasi kondisi operasional Cooling Tower secara real-time. Hal ini memberikan keuntungan bagi operator karena proses pemantauan tidak lagi dilakukan secara manual sehingga potensi gangguan dapat diketahui lebih cepat. Penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan sistem monitoring bekerja secara otomatis dengan mengirimkan data melalui jaringan internet sehingga operator dapat mengakses informasi kondisi sistem dari jarak jauh (Wilianto & Kurniawan, 2018).

Selain itu, penggunaan mikrokontroler ESP32 juga memberikan keunggulan karena memiliki kemampuan komunikasi jaringan nirkabel yang baik serta dapat diintegrasikan dengan berbagai sensor untuk membaca parameter sistem sehingga cocok digunakan dalam sistem monitoring berbasis IoT (Zenhadi, 2022). Data hasil pengukuran kemudian dapat ditampilkan pada platform monitoring sehingga memudahkan operator dalam melakukan pengamatan terhadap kondisi sistem secara berkala (Saputro & Tuslam, 2022).

Berdasarkan hasil pengujian, sistem monitoring yang dirancang mampu mendeteksi perubahan parameter operasional Cooling Tower serta memberikan notifikasi kepada operator apabila terjadi kondisi abnormal. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa sistem monitoring pada Cooling Tower dapat membantu meningkatkan proses pengawasan dan mempercepat deteksi gangguan pada sistem pendingin (Raut & Mohod, 2019). Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat membantu meningkatkan keandalan operasional sistem HVAC pada Terminal 3 Bandara Soekarno–Hatta.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring Cooling Tower berbasis ESP32 dan Internet of Things (IoT) berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk memantau kondisi operasional sistem HVAC di Terminal 3 Bandara Soekarno–Hatta. Sistem yang dirancang mampu membaca parameter operasional seperti suhu air dan arus listrik kemudian mengirimkan data tersebut secara real-time ke platform monitoring. Selain itu, sistem juga mampu memberikan notifikasi otomatis kepada operator melalui aplikasi Telegram apabila terjadi kondisi abnormal pada sistem.

Dengan adanya sistem monitoring ini, proses pemantauan kondisi Cooling Tower dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien sehingga potensi gangguan pada sistem HVAC dapat dideteksi lebih awal. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan keandalan operasional sistem pendingin udara serta menjaga kenyamanan pengguna di lingkungan bandara.

REFERENCES

Adib, N. K. R. (2022). *Prototype sistem pemantauan penggunaan bahan bakar pada kapal menggunakan ThingSpeak*.

Adolph, R. (2016). Analisa efisiensi motor asinkron 3 fasa penggerak bale press di PT. Tanjungenim Lestari Pulp and Paper.

Alfian Umarella. (2020). *Perancangan sistem pengkondisian udara dan sistem ducting pada ruang akomodasi di kapal coaster 550 DWT*.

Andreansyah. (2024). *Prototype smart home sistem monitoring arus listrik menggunakan sensor PZEM-004T berbasis IoT*.

Ardi, S., & Mukti, T. C. (n.d.). Perancangan sistem kendali instalasi cooling tower menggunakan PLC Mitsubishi MELSEC Q02HCPU.

Effendi, A., & Wirza, R. (2013). Perencanaan sistem SCADA cooling tower menggunakan Siemens Simatic Step 7 dan WinCC. *Teknoif*, 1(1), 6–15.

Kaushik, K., & Naik, V. (2024). Detecting faults in the cooling systems by monitoring temperature and energy. *Energy Informatics*, 7(1), 1–27.

Naim, K., & Ardiyansyah, M. R. (2020). Monitoring kondisi ruangan berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 4(1), 17.

Raut, A., & Mohod, S. (2019). Online fault detection system for cooling tower in power plant by using PLC-SCADA. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 5(4), 187–190.

Saputro, U. A., & Tuslam, A. (2022). Sistem deteksi kebakaran berbasis Internet of Things dengan pesan peringatan menggunakan NodeMCU ESP8266 dan platform ThingSpeak. *Jurnal Infomedia*, 7(1), 24.

Scraps, G. (2023). Arduino IDE (Integrated Development Environment) V1.X. *GeeksforGeeks*.

Sugiyono. (2020). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Suparyanto, & Rosad. (2020). Rancang bangun monitoring kuantitas air aquaponic berbasis IoT. *Electrices*, 5(3), 248–253.

Wilianto, & Kurniawan, A. (2018). Sejarah, cara kerja dan manfaat Internet of Things. *Matrix*, 8(2), 36–41.

Zenhadi. (2022). *Pengenalan ESP32 board*. Modul Internet of Things.