



Aplikasi berbasis IoT untuk pemantauan dan pemeliharaan pc mini secara real-time

Galih Warsa Putra¹, Kusnadi², Willy Eka Septian³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Catur Insan Cendikia, Cirebon, Indonesia

Email : galih.putra.ti.21@cic.ac.id¹ , kusnadi@cic.ac.id² , willy.eka.septian@cic.ac.id³

Info Artikel

Riwayat artikel:

Received June 10, 2025

Revised August 12, 2025

Accepted Desember 9, 2025

Kata kunci:

Internet of Things

Mini PC

Pemantauan Real-Time

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT) untuk mengoptimalkan kinerja Mini PC dan pemeliharaan real-time di CV Permata Gemilang Jaya. Metodologi waterfall diterapkan menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler utama, dilengkapi dengan sensor DHT22, DS18B20, dan INA219 untuk memantau parameter suhu, CPU, dan memori. Arsitektur sistem mengintegrasikan kerangka kerja Laravel dengan database MySQL, menghasilkan aplikasi web responsif dengan kontrol akses berbasis peran untuk Admin Pusat, Admin Regional, dan Teknisi Cabang. Infrastruktur server cloud dengan konektivitas GSM cadangan memfasilitasi pemantauan terpusat di wilayah Ciayumajakuning. Desain sistem menggunakan Unified Modeling Language (UML) dengan diagram kasus penggunaan dan diagram aktivitas yang komprehensif. Penerapan sistem pemberitahuan otomatis dengan mekanisme peringatan berbasis ambang batas memungkinkan deteksi dini anomali perangkat. Antarmuka yang dioptimalkan untuk seluler meningkatkan aksesibilitas teknisi untuk operasi lapangan. Validasi sistem menunjukkan strategi pemeliharaan preventif yang sukses dalam mengurangi waktu henti perangkat dan mengoptimalkan efisiensi operasional infrastruktur teknologi informasi.

Penulis yang sesuai:

Galih Warsa Putra,

Universitas Catur Insan Cendikia

Hak Cipta © 2019 Semua Hak Dilindungi Undang-Undang. Semua hak dilindungi undang-undang.

Surel: galih.putra.ti.21@cic.ac.id



1. PERKENALAN

Transformasi digital yang cepat telah mendorong organisasi untuk mengadopsi solusi komputasi yang lebih efisien dan ringkas. Mini Personal Computer (PC) telah menjadi pilihan strategis untuk berbagai sektor industri karena karakteristiknya yang unggul dalam hal portabilitas, konsumsi energi yang optimal, dan kemampuan komputasi yang memadai untuk mendukung operasional bisnis modern (Kusnadi, Subagio, et al., 2024). Evolusi teknologi perangkat keras komputer menuju miniaturisasi berdampak signifikan terhadap efektivitas operasional, terutama dalam konteks

pengelolaan infrastruktur teknologi informasi yang tersebar di berbagai lokasi geografis. Penerapan Mini PC di lingkungan perusahaan menghadirkan tantangannya tersendiri, terutama dalam aspek pemantauan dan pemeliharaan preventif. Keterbatasan fisik perangkat sering mengakibatkan komplikasi termal yang berpotensi menurunkan kinerja sistem secara keseluruhan. Masalah ini menjadi kritis ketika perangkat beroperasi dalam kondisi beban kerja tinggi tanpa sistem pemantauan yang memadai, yang berpotensi mengakibatkan kegagalan sistem yang tidak terduga (Nuzulita, 2024). Kondisi ini menunjukkan urgensi untuk mengembangkan sistem pemantauan yang dapat memberikan visibilitas real-time dari parameter perangkat penting.

Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan paradigma revolusioner dalam pengelolaan infrastruktur teknologi informasi melalui kemampuannya untuk mengintegrasikan perangkat fisik dengan sistem informasi terpusat (Prasetyawan et al., 2021). Implementasi IoT dalam konteks pemantauan perangkat komputasi memungkinkan pengumpulan data telemetri secara berkelanjutan, analisis prediktif untuk deteksi anomali, dan respons otomatis terhadap kondisi abnormal yang teridentifikasi. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan keandalan sistem tetapi juga mengoptimalkan strategi pemeliharaan dari reaktif menjadi proaktif. Sektor industri yang mengoperasikan infrastruktur teknologi informasi terdistribusi menghadapi kompleksitas tambahan dalam hal koordinasi dan standarisasi prosedur pemeliharaan. CV Permata Gemilang Jaya, sebagai badan usaha yang mengoperasikan jaringan Mini PC di wilayah Ciayumajakuning, mewakili kasus nyata di mana efektivitas operasional bergantung pada keandalan perangkat komputasi yang tersebar di berbagai lokasi. Tantangan geografis dan logistik dalam melakukan inspeksi manual berkala menunjukkan perlunya solusi teknologi yang dapat memberikan pemantauan terpusat dengan akurasi tinggi (Kusnadi, Parman, et al., 2024).

Analisis kebutuhan sistem pemantauan mengidentifikasi parameter kritis yang harus dipantau secara real-time, termasuk suhu pengoperasian, pemanfaatan Central Processing Unit (CPU), konsumsi memori, dan status komponen perangkat keras lainnya. Kegagalan untuk memantau parameter ini dapat mengakibatkan penurunan kinerja secara bertahap atau bahkan kegagalan total sistem yang memengaruhi kelangsungan bisnis (Dharma & Sumarno, 2022). Penerapan pemantauan ambang batas dengan sistem peringatan otomatis sangat penting untuk memastikan intervensi tepat waktu sebelum kondisi kritis tercapai. Pengembangan sistem pemantauan berbasis IoT membutuhkan integrasi antara perangkat keras sensor, platform komunikasi nirkabel, dan infrastruktur perangkat lunak yang mampu mengelola aliran data secara efisien. NodeMCU sebagai papan mikrokontroler telah terbukti efektif dalam implementasi proyek IoT skala kecil hingga menengah karena kemampuan konektivitas Wi-Fi yang terintegrasi dan kompatibilitas dengan ekosistem Arduino (Hermiati et al., 2021). Platform ini memungkinkan implementasi solusi yang hemat biaya tanpa mengorbankan fungsionalitas pemantauan yang diperlukan.

Aspek desain antarmuka pengguna merupakan faktor penentu dalam adopsi dan pemanfaatan sistem pemantauan. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan desain responsif dan mobile-friendly meningkatkan aksesibilitas sistem bagi pengguna dengan berbagai perangkat akses (Ramdany, 2024). Pendekatan ini memastikan bahwa informasi pemantauan dapat diakses kapan saja dan dari mana saja, mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat dalam pengelolaan infrastruktur teknologi informasi. Metodologi pengembangan sistem harus mempertimbangkan aspek skalabilitas dan pemeliharaan untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang. Implementasi Entity Relationship Diagram (ERD) dan Unified Modeling Language (UML) dalam fase desain sistem sangat penting untuk memastikan arsitektur yang terstruktur dan mudah dikembangkan (Oleh Nyoman Emang Smrti et al., 2023; Togatorop et al., 2021). Pendekatan sistematis ini tidak hanya menyederhanakan proses pengembangan tetapi juga memfasilitasi peningkatan di masa depan sesuai dengan evolusi kebutuhan bisnis.

Evaluasi kinerja sistem pemantauan membutuhkan kerangka kerja yang komprehensif untuk memastikan bahwa tujuan yang ditetapkan dapat tercapai secara optimal. Penerapan metode Penting-Analisis Kinerja dapat memberikan wawasan berharga terkait aspek sistem yang membutuhkan peningkatan prioritas (Slamet & Sukma Nurhidayah, 2023). Pendekatan evaluatif ini memastikan bahwa investasi teknologi memberikan pengembalian maksimum bagi organisasi. Kontribusi dari penelitian ini terletak pada pengembangan solusi pemantauan terintegrasi yang dirancang khusus untuk mengatasi tantangan dalam mengelola Mini PC terdistribusi. Sistem yang dikembangkan tidak hanya berfokus pada aspek teknologi tetapi juga mempertimbangkan kepraktisan implementasi dalam lingkungan bisnis yang nyata (Sari et al., 2023). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan cetak biru

yang dapat diadaptasi oleh organisasi lain dengan karakteristik infrastruktur teknologi informasi yang serupa.

2. METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan metodologis yang komprehensif untuk mengembangkan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak yang terintegrasi. Infrastruktur penelitian menggunakan laptop dengan spesifikasi prosesor AMD 3020e dan memori 8GB sebagai platform pengembangan utama, serta mengintegrasikan layanan komputasi awan untuk memfasilitasi komunikasi real-time antara perangkat IoT dan pemantauan dashboard. Pemrograman Arduino digunakan sebagai bahasa dasar untuk pengembangan komponen IoT, sedangkan kerangka kerja Laravel diimplementasikan untuk pembangunan antarmuka web pemantauan dengan database MySQL sebagai sistem manajemen data untuk pemberitahuan dan pencatatan aktivitas kinerja perangkat (Kusnadi, Subagio, et al., 2024).

Strategi pengumpulan data mengadopsi triangulasi metodologis melalui tiga pendekatan yang berbeda. Tinjauan literatur dilakukan untuk mengidentifikasi praktik dan teknologi terbaik terbaru dalam domain sistem pemantauan IoT, memastikan landasan teoretis yang kuat untuk implementasi teknis. Metode pengamatan langsung diterapkan untuk memahami karakteristik operasional PC Mini di lingkungan kerja yang sebenarnya, mengidentifikasi parameter kritis yang memerlukan pemantauan berkelanjutan. Teknik wawancara terstruktur dengan stakeholder CV Permata Gemilang Jaya digunakan untuk mengekstrak persyaratan spesifik dan kendala operasional yang menjadi masukan mendasar dalam proses desain sistem (Nuzulita, 2024).

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Penerapan sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT) untuk pemeliharaan Mini PC membutuhkan analisis yang komprehensif tentang kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Kebutuhan fungsional sistem meliputi tiga kategori utama aktor: Central Admin dengan akses penuh untuk mengelola data perangkat Mini PC di seluruh cabang Ciayumajakuning, Teknisi Cabang dengan akses terbatas untuk monitoring dan pemeliharaan di wilayah masing-masing, dan IoT Device sebagai sensor data collector untuk parameter suhu, CPU, dan memori (Kusnadi, Subagio, et al., 2024). Kebutuhan sistem yang tidak berfungsi memprioritaskan aksesibilitas multi-platform melalui browser di laptop, komputer, dan smartphone, dengan prasyarat koneksi internet yang stabil dan antarmuka yang ramah pengguna untuk memastikan kegunaan yang optimal untuk semua kategori pengguna.

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini mengadopsi konfigurasi dengan prosesor AMD 3020e dengan Radeon, memori 8GB, dan penyimpanan minimal 256GB untuk memastikan kinerja yang memadai dalam menjalankan aplikasi pemantauan real-time. Konfigurasi perangkat lunak mengimplementasikan teknologi PHP sebagai bahasa skrip utama, Visual Studio Code sebagai lingkungan pengembangan terintegrasi, dan MySQL dan WebSocket untuk manajemen dan komunikasi data real-time (Nuzulita, 2024). Pemilihan teknologi ini didasarkan pada pertimbangan skalabilitas, pemeliharaan, dan kompatibilitas dengan infrastruktur eksisting yang dimiliki oleh CV Permata Gemilang Jaya.

Tabel 1. Tabel Persyaratan Perangkat Keras

Tidak.	Jenis Perangkat Keras	Persyaratan Perangkat Keras
1.	Prosesor	AMD 3020e dengan Radeon
2.	Ingatan	8 GB
3.	Cakram keras	256 GB atau lebih

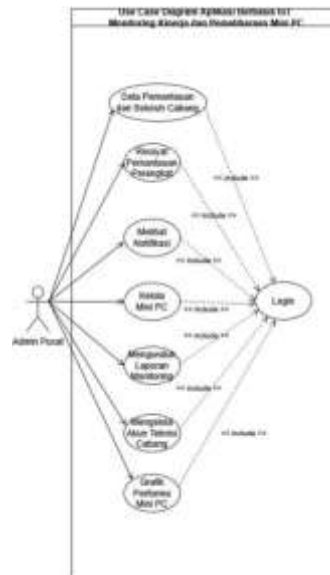
Tabel 2. Tabel Persyaratan Perangkat Lunak

Tidak.	Jenis Perangkat Lunak	Persyaratan Perangkat Lunak
1.	Bahasa Skrip	PHP

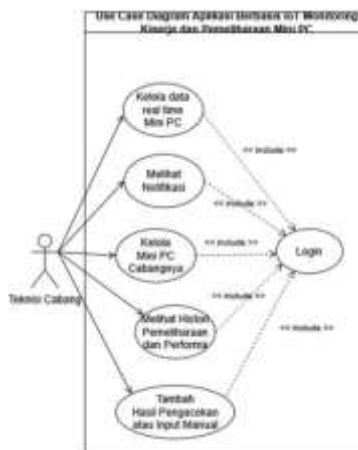
2.	Perangkat Pengolahan	Lunak	Kode Visual Studio
3.	Penyimpanan Data		MySQL, Websocket
4.	Jenis Perangkat		Lenovo
5.	Sistem operasi		Windows

3.2 Desain Arsitektur Sistem

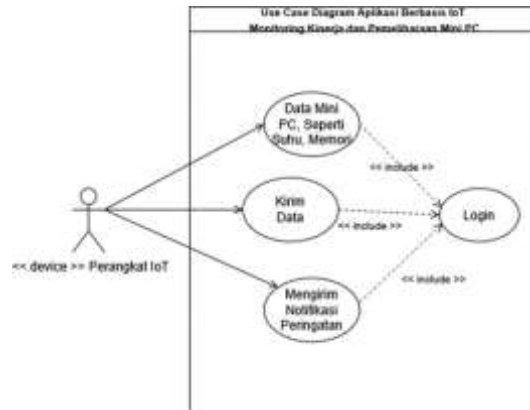
Unified Modeling Language (UML) diimplementasikan sebagai kerangka kerja desain untuk memvisualisasikan interaksi sistem yang komprehensif. Pusat Admin Diagram Kasus Penggunaan menjelaskan fungsi manajerial tingkat tinggi termasuk mengelola akun teknisi cabang, memantau data pemantauan di seluruh cabang, manajemen pemberitahuan anomali, menganalisis grafik kinerja PC Mini, dan membuat laporan pemantauan dalam format PDF atau Excel (Ramdany, 2024). Teknisi Cabang Diagram Kasus Penggunaan berfokus pada tingkat operasional dengan akses terbatas ke pemantauan PC Mini di area penugasan, input manual hasil pemeliharaan, dan pemberitahuan real-time untuk perangkat yang bermasalah.



Gambar 1. Diagram Penggunaan Diagram Admin Pusat

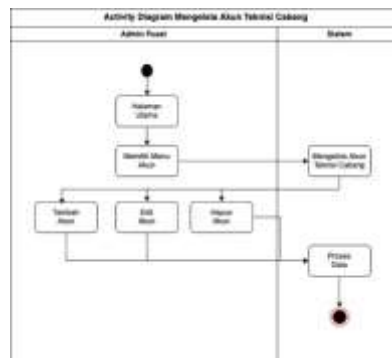


Gambar 2. Gambar Diagram Kasus Penggunaan Teknisi Cabang

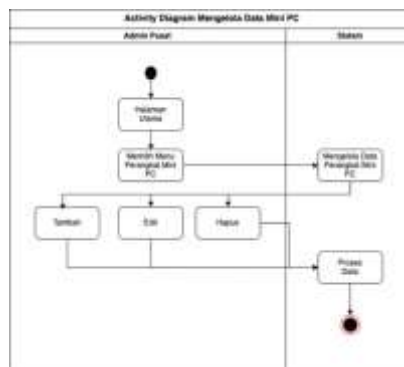


Gambar 3. Diagram Kasus Penggunaan Perangkat IoT

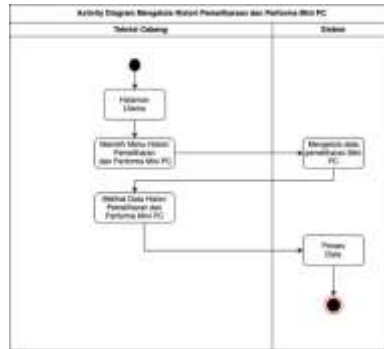
Diagram Aktivitas menjelaskan alur kerja sistematis untuk setiap proses bisnis dalam aplikasi. Diagram Aktivitas untuk Mengelola Akun Teknisi Cabang menunjukkan alur kerja Admin Pusat dalam melakukan operasi CRUD (Create, Read, Update, Delete) pada data teknisi dengan validasi sistem otomatis. Diagram Aktivitas Data Pengelolaan PC Mini menguraikan proses manajemen perangkat dengan integrasi database real-time untuk memastikan konsistensi data. Diagram Aktivitas Performa PC Mini menggambarkan proses pemantauan otomatis di mana perangkat IoT secara berkala memperoleh data sensor dan mengirim pemberitahuan peringatan saat parameter ambang batas terlampaui (Togatorop et al., 2021).



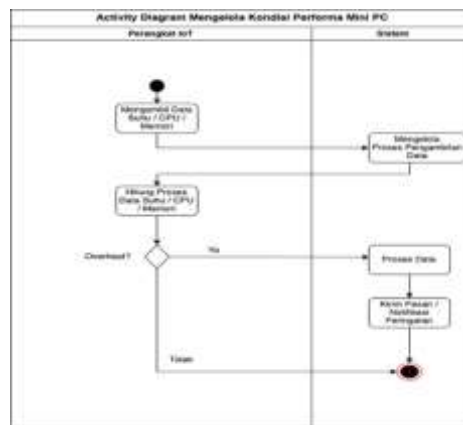
Gambar 4. Diagram Aktivitas Diagram Mengelola Akun Teknisi Cabang



Gambar 5. Gambar Diagram Aktivitas Mengelola Data PC Mini



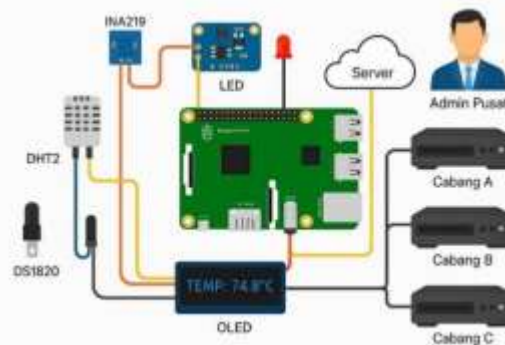
Gambar 6. Gambar Diagram Aktivitas Mengelola Riwayat Pemeliharaan dan Kinerja PC Mini



Gambar 7. Diagram Aktivitas Diagram Mengelola Kondisi Kinerja PC Mini

3.3 Implementasi Sistem IoT

Desain sistem IoT mengintegrasikan NodeMCU sebagai mikrokontroler utama dengan beberapa konfigurasi sensor untuk pemantauan komprehensif. Sensor DHT22 memperoleh data suhu dan kelembaban sekitar, DS18B20 melakukan prosesor internal penginderaan suhu secara akurat, INA219 memantau parameter listrik termasuk konsumsi tegangan dan arus, layar OLED menyajikan informasi real-time secara lokal, dan indikator LED memberikan peringatan visual untuk kondisi abnormal (Prasetyawan et al., 2021). Infrastruktur server cloud memfasilitasi agregasi data terpusat dari beberapa penyebaran NodeMCU di beberapa cabang dengan dasbor pemantauan terintegrasi. SIM800L modul GSM menyediakan konektivitas cadangan untuk transmisi data saat infrastruktur WiFi tidak tersedia, memastikan kontinuitas pemantauan tanpa gangguan.



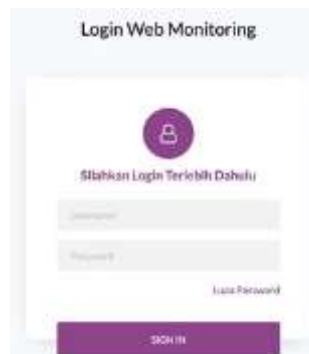
Gambar 8. Desain Sistem Alat Berbasis Internet of Things (IoT)

Alur kerja operasional sistem dimulai dengan aktivasi sensor otomatis pada interval yang telah ditentukan, akuisisi data dari DHT22 dan DS18B20 untuk pemantauan suhu, pemantauan listrik melalui INA219, pemrosesan dan analisis di NodeMCU dengan perbandingan ambang batas, aktivasi notifikasi LED untuk peringatan lokal, dan transmisi data ke server cloud melalui cadangan WiFi atau GSM.

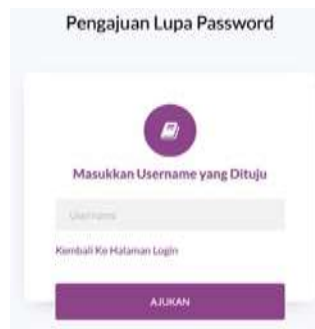
Personel administrasi menerima pemberitahuan real-time melalui dasbor web dan antarmuka seluler, memungkinkan respons cepat untuk pemeliharaan preventif sebelum kegagalan kritis terjadi.

3.4 Implementasi Antarmuka Pengguna

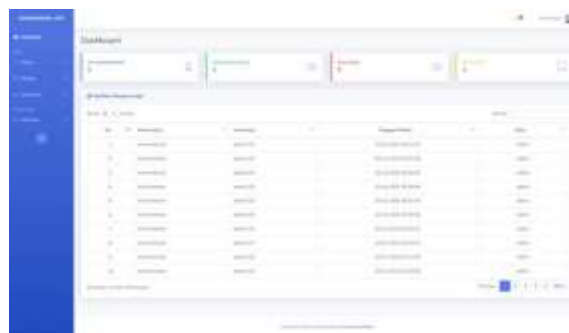
Implementasi antarmuka pengguna mengadopsi prinsip desain web responsif untuk memastikan pengalaman pengguna yang optimal di berbagai kategori perangkat. Halaman login menerapkan mekanisme autentikasi aman dengan validasi nama pengguna dan kata sandi terhadap penyimpanan database terenkripsi untuk mencegah akses yang tidak sah (Dharma & Sumarno, 2022). Dasbor Admin memberikan gambaran komprehensif dengan ringkasan statistik untuk total akun administrator, akun admin regional, akun teknisi, dan inventaris PC Mini, dilengkapi dengan pemantauan aktivitas login real-time dalam format tabel.



Gambar 9. Implementasi Halaman Login



Gambar 10. Implementasi Halaman Dashboard Admin



Gambar 11. Implementasi Halaman Dashboard Admin Regional

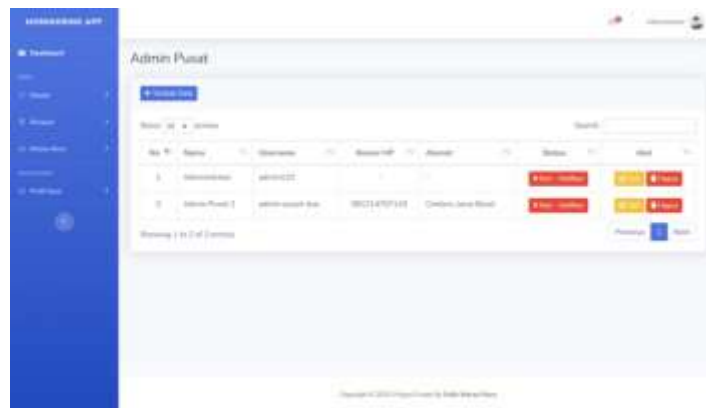
Dasbor Teknisi mengimplementasikan antarmuka yang dioptimalkan untuk seluler yang dirancang khusus untuk operasi lapangan, menampilkan status PC Mini dengan indikator berkode warna untuk penilaian kondisi cepat. Antarmuka ini mengintegrasikan data real-time dari sensor IoT

dengan presentasi yang mudah digunakan, memungkinkan teknisi untuk dengan cepat mengidentifikasi perangkat bermasalah yang memerlukan perhatian segera (Hermiati et al., 2021).

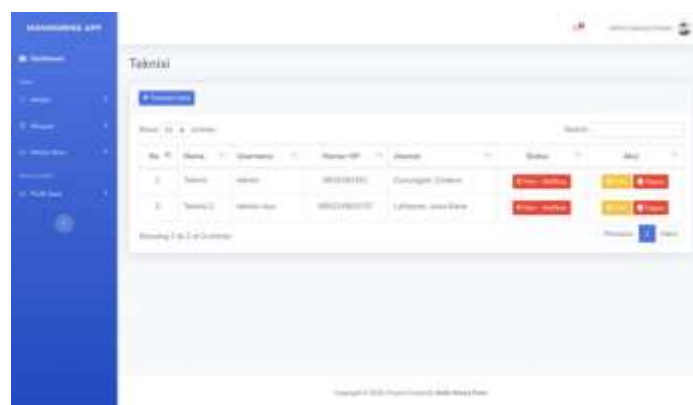


Gambar 12. Implementasi Halaman Dashboard Teknisi

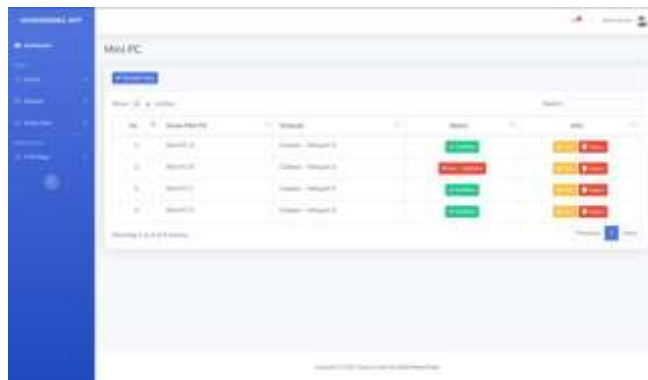
Antarmuka manajemen data mencakup fungsionalitas CRUD yang komprehensif untuk peran pengguna yang berbeda. Admin Pusat memiliki hak administratif penuh untuk mengelola akun administrator, akun admin regional, teknisi data, dan inventaris PC Mini dengan implementasi kontrol akses berbasis peran. Admin Regional memiliki kemampuan administratif terbatas yang berfokus pada operasi cakupan regional, sedangkan Teknisi memiliki akses operasional untuk pelaporan pemantauan dan pemeliharaan di wilayah yang ditugaskan (Sari et al., 2023).



Gambar 13. Implementasi Halaman Data Administrator

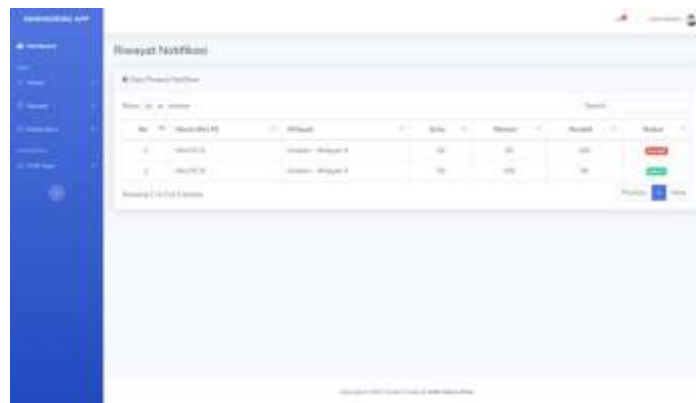


Gambar 14. Implementasi Halaman Data Teknisi



Gambar 15. Implementasi Halaman Data PC Mini

Sistem pemberitahuan dan pelaporan menyediakan pencatatan aktivitas yang komprehensif dengan stempel waktu terperinci, identifikasi pengguna, dan pelacakan tindakan untuk tujuan jejak audit. Manajemen data historis memungkinkan analisis tren, pemantauan kinerja, dan penjadwalan pemeliharaan prediktif berdasarkan akumulasi pola data sensor. Sistem ini juga mengintegrasikan pembuatan laporan otomatis dalam berbagai format untuk pelaporan manajemen dan persyaratan dokumentasi kepatuhan (Slamet & Sukma Nurhidayah, 2023).



Gambar 16. Implementasi halaman Riwayat Pemberitahuan



Gambar 17. Pekerjaan Implementasi Landing Page

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sistem monitoring terintegrasi berbasis Internet of Things (IoT) yang mengoptimalkan manajemen kinerja Mini PC di CV Permata Gemilang Jaya melalui implementasi NodeMCU sebagai mikrokontroler utama dengan konfigurasi multi-sensor termasuk DHT22, DS18B20, dan INA219 untuk akuisisi data parameter suhu secara real-time, pemanfaatan CPU, dan konsumsi memori. Arsitektur sistem yang dibangun mengintegrasikan metodologi waterfall dengan framework Laravel dan database MySQL, menghasilkan aplikasi web responsif dengan kontrol akses berbasis peran yang membedakan hak akses Admin Pusat, Admin Regional, dan Teknisi Cabang sesuai dengan hierarki operasional organisasi. Penerapan Unified Modeling Language (UML) dalam desain sistem menghasilkan diagram kasus penggunaan dan diagram aktivitas yang komprehensif, memfasilitasi manajemen alur kerja yang efisien dengan sistem pemberitahuan otomatis untuk deteksi dini anomali perangkat. Infrastruktur server cloud dengan konektivitas cadangan melalui modul GSM SIM800L memastikan kesinambungan transmisi data dan kemampuan pemantauan terpusat untuk semua cabang di wilayah Ciayumajakuning.

REFERENSI

- Dharma, P. I., & Sumarno, S. (2022). Sistem Informasi Pelaporan Penjualan Berbasis Website dengan Kerangka Laravel (Studi Kasus Badan Prmana). *Prosedural Teknik dan Ilmu Hayati*, 2(2). <https://doi.org/10.21070/pels.v2i2.1278>
- Hermiati, R., Asnawati, A., & Kanedi, I. (2021). Membuat e-commerce di raja komputer menggunakan bahasa pemrograman php dan database Mysql. *Jurnal Media Infotama*, 17(1), 54–66. <https://doi.org/10.37676/jmi.v17i1.1317>
- Kusnadi, K., Subagio, RT, Sokibi, P., Kartika, V. D., Ilham, W., & Fakhurrozi, F. (2024). Penerapan metode Haversine di Restful API dan aplikasi SME Mobile Mall untuk memberikan promo pembelian langsung. *Jurnal Digit*, 14(1), 59. <https://doi.org/10.51920/jd.v14i1.371>
- Kusnadi, Parman, S., Kartika, V. D., Apriyanto, D., & Sari, E. W. (2024). Desain aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran kimia di tingkat SMA. *Jurnal Grafis*, 2(2), 147–153. <https://jurnal.cic.ac.id/index.php/jurnalgrafis/article/view/221>
- Ni Nyoman emang Smrti, I Putu Gd Sukenada, A., Ni Kadek, D. T. R., Adnan, A., & Pande Putu Ode, J. (2023). Flowgorithm sebagai penunjang pembelajaran algoritma dan pemrograman. *Jurnal Bangkit Indonesia*, 12(1), 56–64. <https://doi.org/10.52771/bangkitindonesia.v12i1.218>
- Nuzulita, N. (2024). Desain Sistem Informasi Laundry Sepatu Xyz. *Djtechno: Jurnal Teknologi Informasi*, 5(2), 219–231. <https://doi.org/10.46576/djtechno.v5i2.4639>

- Prasetyawan, P., Samsugi, S., & Prabowo, R. (2021). Internet of Thing menggunakan Firebase dan Nodemcu untuk helm pintar. *Jurnal ELTIKOM*, 5(1), 32–39. <https://doi.org/10.31961/eltikom.v5i1.239>
- Ramdany, S. (2024). Penerapan Diagram Kelas UML dalam Desain Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web. *Jurnal Sistem Industri dan Teknik*, 5(1). <https://doi.org/10.31599/2e9afp31>
- Sari, I. P., Sulaiman, O. K., Al-Khowarizmi, A.-K., & Azhari, M. (2023). Desain Sistem Informasi Pengabdian Masyarakat di Desa Sipagimbar dengan Metode Prototipe Berbasis Web. *Jurnal Sains Teknik*, 2(2), 125–134. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v2i2.288>
- Slamet, S., & Sukma Nurhidayah, L. (2023). Evaluasi Kinerja Layanan Pendidikan Tinggi: Pendekatan Metode Analisis Penting-Kinerja. *Evaluasi: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 7(2), 175–197. <https://doi.org/10.32478/evaluasi.v7i2.1858>
- Togatorop, PR, Simanjuntak, RP, Manurung, SB, & Silalahi, MC (2021). Diagram Hubungan Entitas Spesifikasi Kebutuhan Menggunakan Pengolahan Bahasa Alami untuk Bahasa Indonesia. *Jurnal Komputer dan Informatika*, 9(2), 196–206. <https://doi.org/10.35508/jicon.v9i2.5051>