

SISTEM PEMANTAUAN LINGKUNGAN RUANG SERVER BERBASIS *INTERNET OF THINGS* MENGGUNAKAN PROTOKOL *MESSAGE QUEUE TELEMETRY TRANSPORT*

Muchamad Rizal Rinaldi¹, Amir Hamzah², Uning Lestari³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email : ¹mrr@outlook.co.id, ²amir@akprind.ac.id, ³uning@akprind.ac.id

ABSTRACT

The server is a control center and access door to the outside world within the scope of information technology. To keep the server operating properly, it takes a number of adequate maintenance and security efforts, such as server room environment monitoring. The server room environment needs to be monitored because it deals directly with server hardware and can affect its performance. Because of the limited ability of human resources to monitor the server space environment, a support system is needed that is always active, connected, and working continuously, based on the Internet of Things (IoT) and Message Queu Telemetry Transport (MQTT) protocol.

The system studied is able to monitor temperature, humidity, fire, noise and movement data. The system consists of tools, data transmission, and applications. The tool is responsible for reading monitoring data. Data transmission is responsible for bridging tools and applications. The application is tasked with storing, processing, and presenting data. The system is prepared using an IoT-based architecture and data communication using MQTT. The system is built using technologies such as Arduino, ESP8266, Node-RED, etc.

Because it uses MQTT, the system can read and transmit data quickly, continuously, and real-time. The system can provide notifications when there is monitoring data that does not match the specified criteria. The system is expected to be able to assist server space managers / users in monitoring server room environment conditions.

Keywords: Monitoring System, Server Room, IoT, MQTT.

INTISARI

Server merupakan pusat kendali dan pintu akses ke dunia luar dalam lingkup teknologi informasi. Untuk menjaga server tetap beroperasi dengan baik, diperlukan beberapa usaha pemeliharaan dan pengamanan yang memadai, seperti pemantauan lingkungan ruang server. Lingkungan ruang server perlu dipantau karena berhubungan langsung dengan perangkat keras server dan dapat mempengaruhi kinerjanya. Karena keterbatasan kemampuan sumber daya manusia dalam memantau lingkungan ruang server, dibutuhkan suatu sistem pendukung yang selalu aktif, terhubung, dan bekerja secara terus menerus, dengan berbasis kepada *Internet of Things* (IoT) dan protokol *Message Queu Telemetry Transport* (MQTT).

Sistem yang diteliti mampu memantau data suhu, kelembaban, kebakaran, kebisingan, dan pergerakan. Sistem terdiri dari alat, transmisi data, dan aplikasi. Alat bertugas membaca data pantauan. Transmisi data bertugas menjembatani alat dan aplikasi. Aplikasi bertugas menyimpan, mengolah, dan menyajikan data. Sistem disusun menggunakan arsitektur berbasis IoT dan komunikasi data menggunakan MQTT. Sistem dibangun menggunakan teknologi seperti Arduino, ESP8266, Node-RED, dll.

Karena menggunakan MQTT, sistem dapat melakukan pembacaan dan pengiriman data secara cepat, terus menerus, dan *real-time*. Sistem dapat memberikan notifikasi apabila terdapat data pantauan yang tidak sesuai dengan kriteria yang sudah ditentukan. Sistem diharapkan dapat membantu pengelola/pengawas ruang server (pengguna) dalam memantau kondisi lingkungan ruang server.

Kata Kunci: Sistem Pemantauan, Ruang Server, IoT, MQTT.

PENDAHULUAN

Internet menjadi salah satu kunci pesatnya perkembangan teknologi dalam membantu kehidupan manusia. Selain sebagai sarana pertukaran informasi dan komunikasi, peran internet semakin meluas dengan peralihan sistem manual ke digital, sehingga muncul beberapa inovasi menyangkut pemanfaatan internet dalam kehidupan manusia, salah satu di antaranya yaitu komunikasi antara manusia dengan benda fisik (perangkat) yang saling terhubung melalui internet. Inovasi tersebut dikenal dengan istilah *Internet of Things*.

Internet of Things (IoT) merupakan konsep teknologi yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari internet yang terhubung secara terus-menerus guna menjembatani komunikasi antara manusia dengan perangkat maupun antar perangkat. IoT memungkinkan manusia maupun perangkat mengatur, mengoperasikan, dan memantau aktivitas suatu perangkat yang terhubung dengan internet dari jarak jauh.

Message Queue Telemetry Transport (MQTT) merupakan protokol perpesanan dalam jaringan yang memungkinkan pengiriman pesan dari jarak jauh dalam konektivitas yang terbatas. MQTT pada umumnya diterapkan dalam teknologi IoT. MQTT memiliki spesifikasi ukuran pesan kecil dan tahan terhadap segala macam kondisi jaringan, sehingga mendukung konsep IoT untuk mengomunikasikan berbagai macam perangkat dalam berbagai macam kondisi jaringan secara terus-menerus dan *real-time*.

Pemantauan merupakan suatu proses untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi dari suatu kegiatan secara sistematis dan kontinu dengan tujuan untuk mengoreksi kesalahan dan menyempurnakan kegiatan tersebut. Sistem pemantauan dibangun untuk mempermudah setiap proses dalam pemantauan dengan mengimplementasikan beberapa konsep teknologi termasuk IoT.

Server merupakan pusat kendali dan pintu akses ke dunia luar dalam lingkup teknologi informasi. Untuk menjaga *server* tetap beroperasi dengan baik, diperlukan beberapa usaha pemeliharaan dan pengamanan yang memadai, seperti pemantauan lingkungan ruang *server*. Lingkungan ruang *server* perlu dipantau karena berhubungan langsung dengan perangkat keras *server* dan dapat mempengaruhi kinerjanya. Sebagai contoh, ruang *server* yang terlalu panas dapat mengurangi performa bahkan sampai merusak perangkat keras *server*. Pemantauan lingkungan ruang *server* meliputi pengaturan suhu dan kelembaban, pengukuran tingkat kebisingan, deteksi kebakaran, sampai denganantisipasi akses langsung oleh orang tidak dikenal. Pada umumnya dibutuhkan sumber daya manusia untuk memenuhi pekerjaan tersebut, namun menimbang kembali keterbatasan kemampuan manusia, dibutuhkan suatu sistem pendukung yang selalu aktif, terhubung, dan bekerja secara terus menerus.

Munculah gagasan solusi untuk mengembangkan suatu sistem yang mampu memantau suhu, kelembaban, kebisingan, kebakaran, dan akses langsung orang yang tidak dikenal dalam ruang *server*, kemudian menyajikan data pantauan dan menyampaikan peringatan adanya ketidaksesuaian data kepada sumber daya manusia yang ada (dalam hal ini sebagai pengguna), untuk selanjutnya ditindaklanjuti secara langsung olehnya. Oleh karena itu, solusi tersebut diangkat menjadi suatu penelitian dalam skripsi yang menghasilkan sistem pemantauan lingkungan ruang *server* berbasis IoT dengan menggunakan protokol MQTT.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian oleh Anif (2017) bertujuan untuk mengembangkan sistem untuk mendeteksi orang tidak dikenal yang masuk dalam ruang *server* dengan memantau adanya pergerakan di dalamnya. Sistem terhubung dengan jaringan lokal untuk mengirim data ke *web server*. Antarmuka pengguna berupa aplikasi *web* yang dapat diakses melalui *web browser*, menyajikan rekam data pantauan. Peringatan diberikan melalui alarm apabila pergerakan terdeteksi. Walaupun terdiri dari perangkat tunggal, jaringan, dan antarmuka pengguna, namun untuk peletakan sensor terpisah jauh dari perangkat utama memungkinkan penurunan akurasi kinerja sensor dan kecepatan pengiriman data.

Penelitian oleh Nur (2017) bertujuan untuk mengembangkan sistem yang mampu mendeteksi adanya akses orang yang tidak dikenal masuk ke dalam ruang *server*. Sistem ini menggunakan sensor gerak dan kamera untuk melakukan pemantauan serta terhubung

ke internet melalui jaringan lokal. Apabila orang tidak dikenal terdeteksi, sistem akan mengirimkan *email* kepada pengguna. Antarmuka pengguna berbasis *web* untuk menampilkan rekam video dari kamera. Sistem tidak memiliki rekam data pantauan dan peringatan melalui antarmuka pengguna.

Penelitian oleh Rohpandi (2017) bertujuan untuk mengembangkan sistem untuk mendeteksi kebakaran dalam ruang *server* dengan memantau adanya asap dan api, kemudian memberikan peringatan berupa SMS dan alarm apabila kebakaran terdeteksi. Sistem berupa perangkat tunggal, sehingga tidak memiliki pemrosesan data terpusat dan antarmuka pengguna.

Landasan Teori Pemantauan

Menurut Hikmat (2010), pemantauan atau dalam Bahasa Inggris *monitoring* adalah proses pengumpulan dan analisis informasi berdasarkan indikator yang ditetapkan secara sistematis dan kontinu tentang kegiatan sehingga dapat dilakukan tindakan koreksi untuk penyempurnaan kegiatan itu selanjutnya.

Ruang Server

Ruang *server* adalah sebuah ruangan yang digunakan untuk menyimpan server, perangkat jaringan (*router*, *hub*, dll.) dan perangkat lainnya yang terkait dengan operasional sistem sehari-hari seperti UPS, AC, dll. Sebuah ruang *server* harus memiliki standar keamanan yang melindungi kerja perangkat-perangkat di dalamnya, mulai dari suhu udara, kelembaban, kebakaran, dan akses masuk dari orang-orang yang tidak berkepentingan. Ruang *server* merupakan aset bagi sebuah perusahaan karena di dalam ruangan ini terdapat aplikasi dan data yang semakin hari akan semakin bernilai bagi perusahaan, oleh karena itu ruangan ini harus selalu dalam kondisi yang baik (Awaj, 2014).

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Dengan semakin berkembangnya infrastruktur internet, maka kita menuju babak berikutnya, di mana bukan hanya smartphone atau komputer saja yang dapat terkoneksi dengan internet. (Metha, 2015).

Message Queue Telemetry Transport (MQTT)

Message Queue Telemetry Transport (MQTT) adalah protokol pesan yang sangat sederhana dan ringan. Protokol MQTT menggunakan arsitektur *publish/subscribe* yang dirancang secara terbuka dan mudah untuk diimplementasikan, yang mampu menangani ribuan *client* jarak jauh dengan hanya satu *server*. MQTT meminimalkan *bandwidth* jaringan dan kebutuhan sumber daya perangkat ketika mencoba untuk menjamin kehandalan dan pengiriman. Pendekatan ini membuat protokol MQTT sangat cocok untuk menghubungkan mesin ke mesin (M2M), merupakan aspek penting dari konsep *Internet of Things* (Lampkin, 2012).

Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan *chip* mikrokomputer yang secara fisik berupa sebuah IC (*Integrated Circuit*). Mikrokontroler biasanya digunakan dalam sistem yang kecil, murah, dan tidak membutuhkan perhitungan yang sangat kompleks seperti dalam aplikasi di PC. Mikrokontroler bekerja berdasarkan program (perangkat lunak) yang ditanamkan di dalamnya, dan program tersebut dibuat sesuai dengan aplikasi yang diinginkan (Dharmawan, 2017).

Sensor

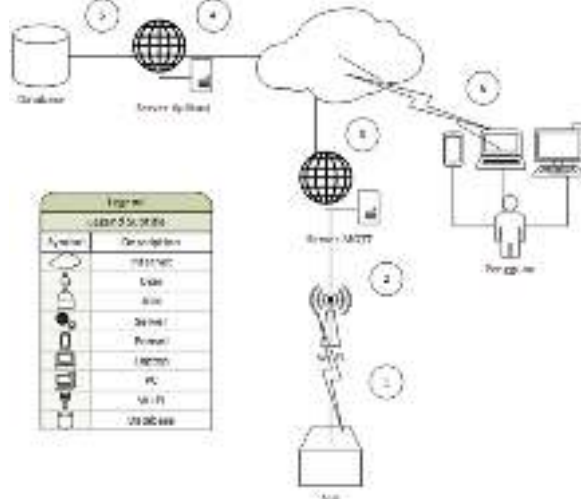
Menurut Hayt (2007), sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia, sedangkan variabel keluaran dari sensor yang dirubah menjadi besaran listrik. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

PEMBAHASAN

Perancangan Sistem

Perancangan Arsitektur Sistem

Sistem berupa perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras dalam sistem berupa alat, sedangkan perangkat lunak dalam sistem berupa transmisi data dan aplikasi. Alat berupa komponen elektronik yang telah dirangkai dan diprogram. Transmisi berupa jaringan WiFi dan *server* MQTT. Aplikasi berupa aplikasi berbasis *web*.



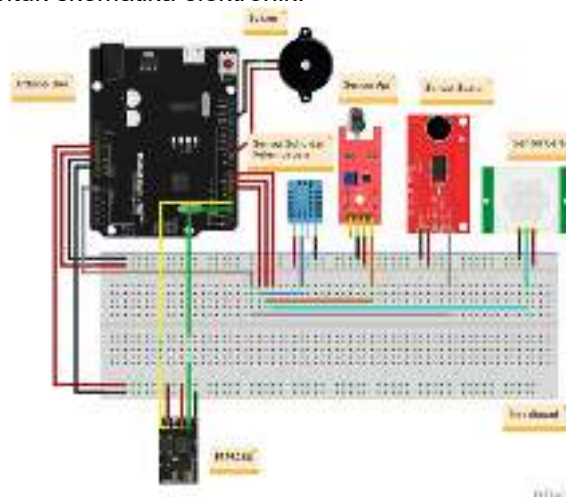
Gambar 1. Rancangan Arsitektur Sistem

Keterangan Gambar 1:

- 1) Alat terhubung ke *server* MQTT melalui jaringan WiFi.
- 2) *Server* MQTT memproses data pantauan yang dikirim dari alat.
- 3) *Server* MQTT mengirim data pantauan ke *server* aplikasi melalui internet.
- 4) *Server* aplikasi menerima data dari *server* MQTT melalui internet.
- 5) *Server* aplikasi memproses dan menyimpan data pantauan dalam *database*.
- 6) Pengguna mengakses aplikasi yang mengambil data dari *server* aplikasi dan *database* melalui internet.

1. Perancangan Skematika Elektronik

Dalam sistem ini, setiap fungsi dan hubungan antar komponen elektronik dalam alat dirancang dalam bentuk skematika elektronik.



Gambar 2. Rancangan Skematika Elektronik

Keterangan Gambar 2:

- 1) Setiap komponen elektronik baik mikrokontroler, sensor, dan lainnya terhubung ke *breadboard* menggunakan kabel *jumper*.

- 2) *Power* (daya) disuplai dari Arduino Uno, dan didistribusikan dalam *breadboard* dari pin 5V dan 3.3V, sedangkan *ground* (untuk menetralkan arus listrik) dari pin GND.
- 3) *Power* dan *ground* untuk komponen selain Arduino Uno dan *buzzer* terhubung melalui *breadboard*.
- 4) ESP8266 terhubung ke pin 2 dan 3.
- 5) Sensor suhu dan kelembaban DHT11 terhubung ke pin 5.
- 6) Sensor api IR terhubung ke pin 6.
- 7) Sensor suara terhubung ke pin A0.
- 8) Sensor gerak PIR HC-SR501 terhubung ke pin 7.
- 9) *Buzzer* terhubung ke pin 9.

Implementasi Sistem

Implementasi Alat

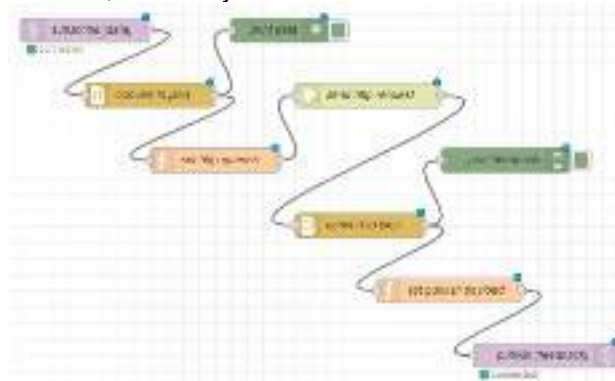
Alat dalam sistem terdiri dari komponen elektronik seperti mikrokontroler (Arduino Uno dan ESP8266), sensor-sensor (sensor suhu dan kelembaban DHT11, sensor api IR, sensor suara, sensor gerak PIR HC-SR501), *buzzer*, dan komponen elektronik lainnya. Pengimplementasian alat meliputi merakit, mengemas, dan memrogram komponen elektronik untuk dapat membaca, mengolah, dan mengirim data pantauan. Selanjutnya, alat diimplementasikan dengan merakit komponen elektronik, mengemas alat dalam wadah tertentu, dan memrogram alat untuk dapat membaca, mengolah, dan mengirim data.



Gambar 3. Potret Alat

Implementasi Transmisi Data

Transmisi dalam sistem berupa jaringan WiFi dan *server* MQTT (Mosquitto dan Node-RED). Pengimplementasian transmisi meliputi membuat jaringan WiFi, menjalankan MQTT *broker* (menggunakan Mosquitto), dan membuat model aliran data (menggunakan Node-RED). Transmisi data diimplementasikan dengan membuat jaringan WiFi lokal, menjalankan MQTT *broker*, dan menjalankan model aliran data.



Gambar 4. Model Aliran Data

Keterangan Gambar 4:

- 1) *Subscribe* dan membaca data dari MQTT *broker*.
- 2) Mengonversi data dan mengirimkan data kepada aplikasi.
- 3) Mengatur *feedback* berdasarkan *feedback* dari aplikasi.
- 4) Mengirimkan *feedback* tersebut kepada MQTT *broker* untuk diteruskan ke alat.

Implementasi Aplikasi

Aplikasi dalam sistem berupa aplikasi berbasis *web* yang dapat diakses melalui *web browser*. Implementasi aplikasi meliputi membuat antarmuka otentikasi, membuat antarmuka pemantauan data dan notifikasi, dan membuat antarmuka laporan data. Otentikasi dilakukan untuk membatasi akses dalam aplikasi. Antarmuka otentikasi berupa form untuk data login.



Gambar 5. Antarmuka Otentikasi

Keterangan Gambar 5: Pengguna harus mengisi data login untuk dapat mengakses sistem. Setelah login berhasil, pengguna dialihkan ke halaman pemantauan data. Pemantauan data berfungsi untuk menyajikan data pantauan.



Gambar 6. Antarmuka Pemantauan Data

Keterangan Gambar 6: Ditampilkan tanggal dan waktu pembacaan sensor, dan data pemantauan. Data yang ditampilkan bersifat *real-time*.

Notifikasi tampil saat pengguna membuka antarmuka pemantauan data dan aplikasi menjumpai data tidak sesuai kriteria.



Gambar 7. Antarmuka Notifikasi

Keterangan Gambar 7: Notifikasi muncul saat halaman pemantauan data dalam keadaan aktif. Notifikasi bersifat *real-time*.

Laporan data berfungsi untuk menyajikan daftar data pantauan maupun daftar notifikasi.



Gambar 8. Antarmuka Laporan Data Pantauan

Keterangan Gambar 8: Disajikan data pantauan dari semua waktu dalam sebuah tabel.



Gambar 9. Antarmuka Laporan Data Notifikasi

Keterangan Gambar 9: Disajikan notifikasi dari semua waktu dalam sebuah tabel.

Pengujian Sistem

Pengujian Suhu

Data suhu dibaca menggunakan sensor suhu dan kelembaban DHT11. Keluaran data suhu berupa data angka. Pengujian suhu dilakukan dengan menyalakan pemantik api di sekitar sensor. Pengujian berhasil apabila data suhu pada tampilan berubah dan muncul notifikasi apabila data suhu tidak sesuai kriteria. Kriteria untuk pengujian suhu diatur menjadi minimal 15°C dan maksimal 30°C. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan suhu awal ruang 26°C dan jarak antara pemantik api dan sensor berbeda.

Tabel 1. Hasil Pengujian Suhu

No.	Jarak	Suhu	Status
1	±10 cm	42°C (+16°C)	Berhasil
2	±20 cm	36°C (+10°C)	Berhasil
3	±30 cm	28°C (+2°C)	Berhasil

Pengujian Kelembaban

Data kelembaban dibaca menggunakan sensor suhu dan kelembaban DHT11. Keluaran data kelembaban berupa data angka. Pengujian kelembaban dilakukan dengan bernafas di sekitar sensor. Pengujian berhasil apabila data kelembaban pada tampilan berubah dan muncul notifikasi apabila data kelembaban tidak sesuai kriteria. Kriteria untuk pengujian kelembaban diatur menjadi minimal 40% dan maksimal 60%. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan kelembaban awal ruang 55% dan jarak antara mulut dan sensor berbeda.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kelembaban

No.	Jarak	Kelembaban	Status
1	±10 cm	78% (+23%)	Berhasil
2	±20 cm	60% (+5%)	Berhasil
3	±30 cm	56% (+1%)	Berhasil

Pengujian Kebakaran

Data kebakaran dibaca menggunakan sensor api IR. Keluaran data kebakaran berupa data logika benar-salah. Pengujian kebakaran dilakukan dengan menyalakan pemantik api di sekitar sensor. Pengujian berhasil apabila data kebakaran pada tampilan bernilai benar dan muncul notifikasi apabila kebakaran terdeteksi. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan kondisi awal api dalam ruangan tidak terdeteksi dan jarak antara pemantik api dan sensor berbeda.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kebakaran

No.	Jarak	Deteksi Api	Status
1	±10 cm	Terdeteksi	Berhasil
2	±20 cm	Terdeteksi	Berhasil
3	±30 cm	Tidak Terdeteksi	Gagal

Pengujian Kebisingan

Data kebisingan dibaca menggunakan sensor suara. Keluaran data kebisingan berupa data angka. Pengujian kebisingan dilakukan dengan menyalakan musik dari ponsel di sekitar sensor. Pengujian berhasil apabila data kebisingan pada tampilan berubah dan muncul notifikasi apabila data kebisingan tidak sesuai kriteria. Kriteria untuk pengujian kebisingan diatur menjadi minimal 0.20dBA dan maksimal 0.40dBA. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan kebisingan awal ruang 0.26dBA dan jarak antara ponsel dan sensor berbeda.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kebisingan

No.	Jarak	Kebisingan	Status
1	±10 cm	0.28dBA (+0.02dBA)	Berhasil
2	±20 cm	0.27dBA (+0.01dBA)	Berhasil
3	±30 cm	0.26dBA (+0.00dBA)	Berhasil

Pengujian Pergerakan

Data pergerakan dibaca menggunakan sensor gerak PIR HC-SR501. Keluaran data pergerakan berupa data logika benar-salah. Pengujian pergerakan dilakukan dengan melambatkan tangan di sekitar sensor. Pengujian berhasil apabila data pergerakan pada tampilan bernilai benar dan muncul notifikasi apabila pergerakan terdeteksi. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan kondisi pergerakan awal dalam ruangan tidak terdeteksi dan jarak antara tangan dan sensor berbeda.

Tabel 5. Hasil Pengujian Pergerakan

No.	Jarak	Deteksi Pergerakan	Status
1	±10 cm	Terdeteksi	Berhasil
2	±20 cm	Terdeteksi	Berhasil
3	±30 cm	Terdeteksi	Berhasil

Penerapan Sistem

Sistem diterapkan di ruang *server* Lembaga Penyiaran Publik (LPP) Radio Republik Indonesia (RRI) Yogyakarta, yang beralamat di Jalan Achmad Jazuli Nomor 4, Kotabaru, Gondokusuman, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55224.



Gambar 10. Potret Ruang Server LPP RRI



Gambar 11. Potret Pemasangan Alat di Ruang Server LPP RRI

Penerapan dilakukan selama ± 2 jam dalam 3 hari. Data yang diperoleh sebanyak 10411 rekam data pantauan.

- 1) Penerapan I; Tanggal 3 Agustus 2018 (10:37-13:02)

Tabel 6. Hasil Penerapan I

No.	Keterangan	Nilai
1	Jumlah Rekam Data	4347
2	Rata-rata Suhu	19.32°C
3	Suhu Tertinggi	21.00°C
4	Suhu Terendah	18.00°C
5	Rata-rata Kelembaban	46.03%
6	Kelembaban Tertinggi	52.00%
7	Kelembaban Terendah	41.00%
8	Kebakaran Terdeteksi	0
9	Rata-rata Kebisingan	0.26dBA
10	Kebisingan Tertinggi	0.32dBA
11	Kebisingan Terendah	0.21dBA
12	Pergerakan Terdeteksi	13

- 2) Penerapan II; Tanggal 6 Agustus 2018 (14:50-16:28)

Tabel 7. Hasil Penerapan II

No.	Keterangan	Nilai
1	Jumlah Rekam Data	2936
2	Rata-rata Suhu	19.28°C
3	Suhu Tertinggi	21.00°C
4	Suhu Terendah	17.00°C
5	Rata-rata Kelembaban	46.17%
6	Kelembaban Tertinggi	56.00%

7	Kelembaban Terendah	42.00%
8	Kebakaran Terdeteksi	0
9	Rata-rata Kebisingan	0.26dBA
10	Kebisingan Tertinggi	0.33dBA
11	Kebisingan Terendah	0.21dBA
12	Pergerakan Terdeteksi	32

3) Penerapan III; Tanggal 7 Agustus 2018 (11:13-12:57)

Tabel 8. Hasil Penerapan III

No.	Keterangan	Nilai
1	Jumlah Rekam Data	3128
2	Rata-rata Suhu	19.29°C
3	Suhu Tertinggi	22.00°C
4	Suhu Terendah	17.00°C
5	Rata-rata Kelembaban	46.12%
6	Kelembaban Tertinggi	56.00%
7	Kelembaban Terendah	41.00%
8	Kebakaran Terdeteksi	0
9	Rata-rata Kebisingan	0.26dBA
10	Kebisingan Tertinggi	0.33dBA
11	Kebisingan Terendah	0.22dBA
12	Pergerakan Terdeteksi	8

Manfaat Sistem

Manfaat utama dari sistem adalah membantu pengelola/pengawas ruang *server* dalam memantau kondisi lingkungan ruang *server*, dengan menyajikan data pantauan berupa suhu, kelembaban, kebakaran, kebisingan, dan pergerakan, yang disajikan secara *real-time*. Sistem juga memberikan peringatan berupa notifikasi pada aplikasi dan alarm pada alat.

Selain itu, sistem juga mencatat setiap rekam data pantauan dalam basis data, dengan tujuan, data dapat dianalisa untuk melakukan pengambilan keputusan seperti dalam mengganti AC, mengganti komputer server, dll.

A. Kelebihan Sistem

Kelebihan dari sistem yang diteliti adalah mampu membaca, mengirim, menyimpan, dan menyajikan data pantauan secara terus menerus dan *real-time*. Selain itu, dengan menggunakan protokol MQTT, pengiriman data lebih cepat, dan mudah dikembangkan.

B. Kelemahan Sistem

Kelemahan dari sistem yang diteliti adalah pengoperasian alat dalam waktu lama dapat menimbulkan panas berlebih pada komponen elektronik di dalamnya, sehingga mengurangi performa sistem.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem yang diteliti memenuhi tujuan awal penelitian yaitu membangun sistem pemantauan lingkungan ruang *server* berbasis IoT menggunakan protokol MQTT.
2. Sistem dapat melakukan pembacaan dan pengiriman data secara cepat, terus menerus, dan *real-time*.
3. Sistem dapat memberikan notifikasi apabila terdapat data pantauan yang tidak sesuai dengan kriteria yang sudah ditentukan.
4. Sistem dapat membantu pengelola/pengawas ruang *server* (pengguna) dalam memantau kondisi lingkungan ruang *server* dengan menyajikan data pantauan dan notifikasi.

Dalam penelitian ini masih terdapat beberapa kelemahan yang dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Menambah metode pengujian dan perancangan untuk dapat menutupi kelemahan sistem terutama pada bagian komponen elektronik.

2. Menerapkan sistem berbasis pengetahuan dalam menentukan kriteria dan mengolah data.

DAFTAR PUSTAKA

- Anif, M., dkk. 2017. *Monitoring Ruang Jarak Jauh Menggunakan Mikrokontroler DFRduino, Sensor Passive Infrared, dan Buzzer*. Prosiding SISFOTEK, Vol. 1, No. 1, Hal. 143-152.
- Awaj, M.F., dkk. 2014. *Sistem Pengukur Suhu dan Kelembaban Ruang Server*. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, Vol. 2, No. 1, Hal. 40-47.
- Dharmawan, H.A. 2017. *Mikrokontroler: Konsep Dasar dan Praktis*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Hayt, W., dkk. 2007. *Engineering Circuit Analysis (7th Edition)*. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Hikmat, H. 2010. *Monitoring dan Evaluasi Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lampkin, V., dkk. 2012. *Building Smarter Planet Solutions with MQTT and IBM WebSphere MQ Telemetry*. New York: IBM Redbooks.
- Mehta, M., 2015. *ESP8266: A Breakthrough in Wireless Sensor Networks and Internet of Things*. International Journal of Electronics and Communication Engineering & Technology (IJECET), Vol. 6, No. 8, Hal. 07-11.
- Nur, M.N.A., dkk. 2017. *Perancangan Sistem Monitoring Online Berbasis Motion Detector Menggunakan Raspberry Pi*. SEMNASTEKNOMEDIA Online, Vol. 5, No. 1, Hal. 2-6.
- Rohpandi, D., dkk. 2017. *Pendeteksi Bahaya Kebakaran Ruang Server Berbasis Arduino di Dinas Kependudukan Kota Tasikmalaya*. Voice of Informatics, Vol. 6, No. 1, Hal. 1-10.