

SISTEM PERINGATAN DINI DENGAN MULTI SENSOR BERBASIS ARDUINO UNTUK MONITORING RUANG SERVER

Doni Halim¹⁾, Dolly Virgianshaka Yudha Sakti²⁾

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur
Jl. Raya Ciledug, Petukangan Utara, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12260
E-mail : liemdonnie@gmail.com¹⁾, dolly.virtgianshaka@budiluhur.ac.id²⁾

Abstrak

Salah satu tugas seorang admin server adalah memantau kondisi suhu dan kelembapan ruang server. Kemungkinan terjadinya kebakaran atau kenaikan suhu dan meningkatnya kelembapan pada server adalah hal yang perlu diwaspadai. Masalah yang terjadi adalah seorang admin tidak selalu berada di ruang server. Solusi yang dibuat pada penelitian ini adalah membuat sebuah sistem yang mampu memberikan peringatan dini saat masalah tersebut terjadi. Sistem dibuat berupa purwarupa menggunakan perangkat keras mikrokontroler Arduino Uno dengan didukung sensor DHT11, sensor MQ-2, sensor api, buzzer, relay serta modul Ethernet Shield. Purwarupa ini mampu mencatat kondisi ruang server setiap saat. Apabila terjadi kenaikan suhu ruangan maka AC akan hidup secara otomatis, jika kelembapan naik dan asap terdeteksi, exhaust akan hidup secara otomatis, jika api terdeteksi, buzzer akan berbunyi dan sistem akan mengirimkan pemberitahuan melalui E-mail.

Kata kunci: Monitoring Suhu, Deteksi Api, Monitoring Kelembapan, Ethernet Shield, Notifikasi Email

1. PENDAHULUAN

Saat ini hampir semua perusahaan atau institusi berorientasi kepada aplikasi klien server. Fenomena ini mengarah kepada pentingnya menjaga eksistensi server sebagai elemen penting dalam bisnis. Ruang server memiliki peran yang sangat penting bagi perusahaan karena data perusahaan tersimpan pada perangkat server[1].

Di dalam ruang server terdapat banyak sekali perangkat, baik perangkat jaringan maupun komputer server yang menjadi bagian paling utama untuk menampung data. Ruangan server harus memperhatikan banyak faktor, diantaranya kelembapan udara, dan sistem pendingin di ruang server[2]. Kondisi server sangat dipengaruhi oleh suhu ruangan dan kelembapan udara di sekitarnya[3], [4]. Agar server dapat bekerja secara optimal, maka suhu dan kelembapan ruang server harus dalam batas normal [5].

Seorang administrator memiliki tugas memantau dan memastikan perangkat server tetap berada pada kinerja yang optimal. Fakta yang sering terjadi adalah administrator sulit untuk memantau stabilitas suhu dan kelembapan ruangan server secara real time[3], [6]. Jika terjadi kenaikan suhu dan kelembapan melebihi batas normal pada ruang server, hal tersebut dapat merusak perangkat server[7], [8]. Selain itu arus pendek listrik juga dapat menyebabkan kebakaran di ruang server[9]. Apabila seorang administrator tidak segera mengetahui saat terjadi kebakaran maka dapat mengakibatkan kerugian besar[10].

Berdasarkan permasalahan yang sudah disebutkan, diperlukan sebuah sistem yang dapat membantu administrator memantau kondisi ruangan server. Sebuah sistem yang secara real time memantau dan mendeteksi suhu, kelembapan, asap dan api di ruang server. Tidak hanya memantau dan mendeteksi, tetapi juga mencatat dan segera

memberikan peringatan dan pemberitahuan kepada administrator.

Pada penelitian sebelumnya telah dibuat sistem monitoring suhu, kelembapan, gas maupun api, tetapi masih memiliki kekurangan. Penelitian sebelumnya mencoba membuat sebuah sistem untuk memantau suhu menggunakan komunikasi bluetooth[9], [11]. Kekurangan media bluetooth adalah jangkauan jarak komunikasinya yang tidak terlalu jauh, hanya sekitar sepuluh kaki[12]. Penelitian lain membuat sistem monitoring suhu menggunakan media SMS[13]–[15]. Meskipun memiliki jangkauan jarak yang cukup jauh, penggunaan SMS tentunya membutuhkan pulsa yang harus diisi setiap periodenya, hal ini merepotkan jika sampai kehabisan pulsa. Penelitian lainnya tentang monitoring menggunakan ethernet shield untuk memanfaatkan media jaringan komputer dan internet sebagai medianya[16]–[18]. Penggunaan internet sebagai media komunikasi membuat jarak tidak terbatas. Maka dari itu pada penelitian ini memanfaatkan media jaringan internet dan ethernet shield.

Pada penelitian sebelumnya telah dibuat sistem monitoring suhu menggunakan pihak ketiga seperti ThingSpeak[1], [19]–[21]. Kekurangan penggunaan pihak ketiga adalah kita tidak tahu sampai kapan sistem milik pihak ketiga tersebut bisa digunakan. Pada penelitian ini dibuat program berbasis web yang dihubungkan ke alat menggunakan media jaringan komputer dan internet.

Lingkup pembahasan penelitian ini masih terbatas pada pembuatan arstektur dan implementasi sistem peringatan dini dengan beberapa sensor, yaitu sensor suhu, sensor kelembapan, sensor asap dan sensor api. Penelitian ini belum membahas kecocokan penggabungan beberapa sensor tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Seperti terlihat pada Gambar 1 penelitian ini dilakukan dengan melalui beberapa tahapan, dimulai dari analisa kebutuhan dengan observasi dan pengumpulan data ke tempat riset, mempelajari penelitian sebelumnya (literature review), membuat rancangan, i ke dalam perakitan dan pemrograman, serta pemeliharaan sistem.

2.1. Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan dilakukan melalui observasi dan wawancara yang dilakukan di tempat riset. Observasi dan wawancara dilakukan dengan melihat kondisi ruang server dan menggali informasi dari administrator. Ruang server berukuran 3meter x 3meter berisi lima belas komputer server aktif dan tiga komputer cadangan, dua buah AC, dua buah exhaust, satu buah stabilizer berukuran besar, beberapa perlengkapan jaringan komputer, dan satu buah jam digital yang dilengkapi sensor suhu dan kelembapan. Ketentuan dari perusahaan untuk kondisi suhu normal berkisar antara 18°C s.d 25°C. Pada penelitian ini masih belum diketahui rentang kelembapan normal untuk ruang server.

2.2. Literature Review

Setelah mempelajari kebutuhan dan kondisi di tempat riset, berikutnya mempelajari penelitian lain yang suda pernah dibuat berdasarkan permasalahan yang kurang lebih sama.

2.3. Membuat Rancangan

Pada tahapan ini dibuat rancangan purwarupa rangkaian alat dan struktur basis data. Perangkat keras yang digunakan adalah Arduino UNO ATmega 328, ethernet shield W5100, DHT 11, MQ-2, flame sensor, relay, exhaust dan buzzer. Dibuat juga rancangan basis data dan rancangan layar program. Sistem dirancang berupa purwarupa, maka AC dan Exhaust diwakilkan dengan kipas.

2.4. Implementasi

Setelah sistem diserahkan kepada administrator selaku pengguna, terdapat perubahan yang diminta dan hal ini segera dikerjakan untuk memenuhi kebutuhan pengguna.



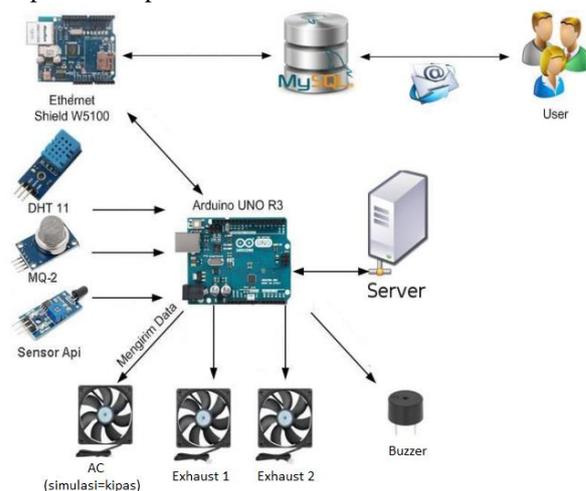
Gambar 1. Desain Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Arsitektur Sistem

Ruang server memiliki dua buah AC. Satu AC aktif mendinginkan ruangan, sedangkan satu AC lagi sebagai cadangan ketika AC yang sedang aktif bekerja kurang maksimal. AC cadangan ini yang dijadikan objek untuk dikendalikan pada penelitian ini. Tetapi pada penelitian ini diwakilkan menggunakan sebuah kipas. Ruang server juga memiliki dua buah exhaust, dan pada penelitian ini diwakilkan dengan dua buah kipas.

Sistem utama pada perangkat pendeteksi kebakaran serta kenaikan suhu dan kelembapan ini diatur oleh Arduino Uno yang didalamnya terintegrasi oleh mikrokontroler. Input mikrokontroler ini didapat dari sensor DHT11, sensor MQ2 dan Flame sensor yang berfungsi sebagai sensor suhu, kelembapan, asap dan api. Ketika keadaan suhu mulai tidak normal maka AC tambahan ruangan akan hidup secara otomatis. Jika kelembapan tidak normal dan asap terdeteksi maka exhaust ruangan server akan hidup secara otomatis. Skema ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Sistem

Hubungan antara Arduino UNO dengan perangkat lain diantaranya sebagai berikut:

- Sensor DHT 11 dihubungkan pin-pin yang ada pada sensor ke mikrokontroler arduino. Pin VCC dihubungkan ke 5V, pin DATA dihubungkan ke D2, pin GND dihubungkan ke GND.
- Sensor MQ2 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi asap. Sensor ini memiliki 4 pin yaitu VCC, GND, Digital Out dan Analog Out. Sensor MQ2 dihubungkan mikrokontroler arduino dengan detail: Pin VCC dihubungkan ke 5V, pin GND dihubungkan ke GND, pin Digital Out tidak perlu dihubungkan, pin Analog Out dihubungkan ke A0.
- Flame Sensor adalah sensor yang mampu medeteksi api. Sensor ini memiliki 3 pin yaitu VCC, GND, Digital Out. Pin VCC dihubungkan ke 5V, pin GND dihubungkan ke GND, pin Analog Out dihubungkan ke A0.

- d. Buzzer memiliki 2 pin yaitu Minus dan Plus. Pin Minus dihubungkan ke GND dan pin Plus dihubungkan ke D7.
- e. Ethernet shield digunakan sebagai media penghubung mikrokontroler Arduino Uno dengan jaringan sehingga mikrokontroler dapat terhubung dengan database dan aplikasi. Setiap mikrokontroler Arduino Uno melakukan pengiriman data ke dalam server database ataupun melakukan perintah kepada aplikasi untuk mengirim e-mail, maka data akan dikirimkan terlebih dahulu oleh mikrokontroler ke modul ethernet shield lalu selanjutnya oleh modul ethernet shield dikirim ke server database atau aplikasi.

Ketika Sensor MQ2 mendeteksi suhu diatas batas normal yang ditentukan pengguna, maka sistem akan segera membunyikan buzzer dan mengirimkan email kepada pengguna. Tidak hanya memberikan peringatan kepada pengguna, tapi juga segera menghidupkan kipas (sebagai simulasi AC). Nilai Lembab (NL) yang didapat dari sensor MQ2 dibagi menjadi 3 kategori, yaitu Sangat Lembab (SL), Lembab (L) dan Tidak Lembab (TL). Pembagian ini didasarkan pada input data Maksimal Lembab (ML) oleh admin selaku pengguna.

Seperti dijelaskan pada **Error! Reference source not found.**, jika nilai lembab (NL) lebih dari maksimal lembab (ML) maka masuk dalam kategori Sangat Lembab (SL). Jika nilai lembab (NL) berada diantara maksimal lembab (ML) dan $2/3$ dari maksimal lembab ($2/3 * ML$) maka masuk ke dalam kategori lembab (L). Sedangkan jika nilai lembab (NL) di bawah nilai $2/3$ kali maksimal lembab ($2/3 * ML$) maka masuk kategori tidak lembab (TL).

Tabel 1. Kategori Kelembaban

Nilai Lembab (NL)	Kategori
$NL > ML$	Sangat Lembab (SL)
$(2/3 * ML) \geq NL \geq ML$	Lembab (L)
$NL < (2/3 * ML)$	Tidak Lembab (TL)

Nilai Pekat (NP) asap yang didapat dari sensor DHT11 juga dibagi menjadi tiga kategori, yaitu Pekat, Sedang dan Sedikit. Pembagian ini didasarkan pada input data Maksimal Pekat (MP). Seperti dijelaskan pada Tabel 2, jika nilai pekat (NP) lebih dari maksimal pekat (MP) maka masuk kategori Pekat. Jika nilai pekat (NP) berada diantara maksimal pekat (MP) dan $2/3$ dari maksimal pekat ($2/3 * MP$) maka masuk kategori Sedang. Sedangkan jika nilai pekat (NP) kurang dari $2/3$ kali maksimal pekat ($2/3 * MP$) maka masuk kategori Sedikit.

Tabel 2. Kategori Kepekatan Asap

Nilai Pekat (NP)	Kategori
$NP > MP$	Pekat
$(2/3 * MP) \geq NP \geq MP$	Sedang
$NP < (2/3 * MP)$	Sedikit

Hasil pengelompokan nilai lembab (NL) dan nilai pekat (NP) menjadi kategori kelembaban dan kategori kepekatan menjadi dasar kalma menentukan hidup atau mati dua buah kipas (sebagai simulasi exhaust). Seperti terlihat pada Tabel 3 jika tidak lembab (TL) dan sedikit pekat, maka kedua exhaust mati. Jika tidak lembab (TL) tapi pekat sedang atau lembab (L) + sedikit pekat atau lembab (L) + pekat sedang maka 1 exhaust hidup. Jika tidak lembab (TL) + pekat banyak atau lembab (L) + banyak pekat atau sangat lembab (SL) + sedikit pekat atau sangat lembab (SL) + pekat sedang atau sangat lembab (SL) + pekat banyak maka 2 exhaust hidup.

Tabel 3. Status Exhaust

Kelembaban	Kepekatan Asap		
	Sedikit	Sedang	Banyak
(TL)	0 hidup	1 hidup	2 hidup
(L)	1 hidup	1 hidup	2 hidup
(SL)	2 hidup	2 hidup	2 hidup

Selain menghidupkan exhaust, system akan segera membunyikan buzzer dan mengirimkan email kepada pengguna. Saat flame sensor mendeteksi adanya indikasi api maka sistem akan segera membunyikan buzzer dan mengirimkan email kepada pengguna.

3.2. Rancangan Basis Data

Data yang perlu disimpan ke basis data diantaranya data pengguna, email penerima, akun pengirim email, log dan data pengaturan. Tabel Userlist digunakan untuk menyimpan data pengguna yang berhak menggunakan system ini. Data log disimpan pada table Templog, spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tabel Templog

Nama Field	Tipe Data	Panjang	Keterangan
TimeStamp	Time Stamp	20	waktu catat
Temperature	Float	10	nilai suhu
Humidity	Float	10	nilai lembab
Smoke	Int	4	nilai pekat
Fire	Int	1	status api

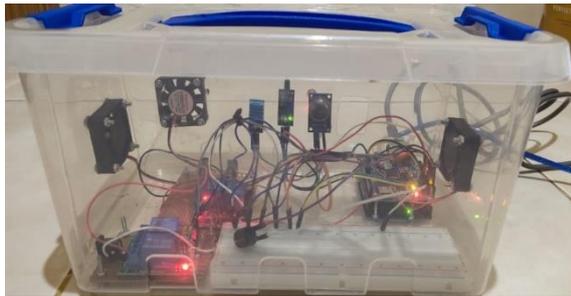
Tabel yang cukup penting adalah tabel Set Point. Tabel ini digunakan untuk menyimpan batasan maksimal nilai masing-masing sensor dan juga tempo / jarak waktu pencatatan atau pengambilan nilai sensor. Spesifikasi table Set Point dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tabel Set Point

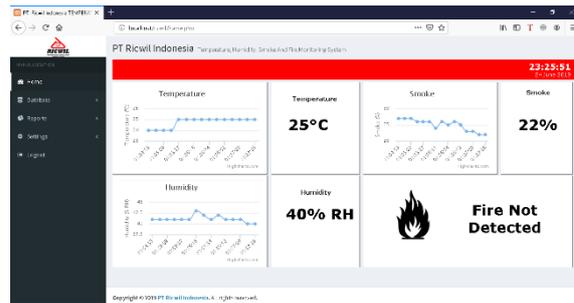
Nama Field	Tipe Data	Panjang	Keterangan
Temperature	Int	3	maksimal suhu
Humidity	Int	3	maksimal lembab
Smoke	Int	3	maksimal pekat
Delay	Int	5	rentang catat

3.3. Perkitan dan Pembuatan Program

Perangkat keras dirakit sesuai dengan arsitektur sistem yang sudah dibuat sebelumnya. Pada Gambar 3 terlihat perangkat keras telah dirakit dan dimasukkan ke dalam box simulasi.



Gambar 3. Rangkaian Alat pada Box Simulasi



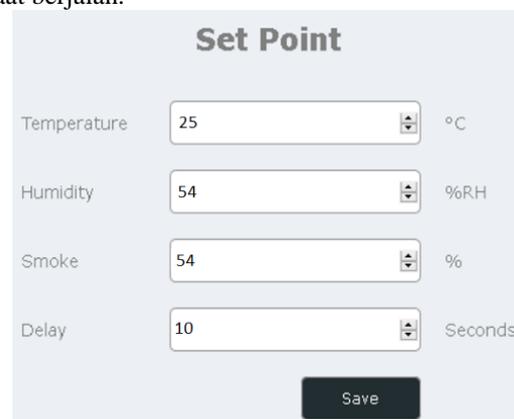
Gambar 4. Dashboard - Program Berbasis Web

Terdapat tiga program yang dibuat untuk mendukung sistem ini

- a. Program pertama berbasis web yang digunakan untuk menjembatani Arduino dengan database. Program ini digunakan Arduino untuk beberapa hal, yaitu:
 1. membaca pengaturan yang dibuat oleh pengguna terhadap batas maksimal masing-masing nilai sensor dan meneruskan ke program arduino
 2. mencatat nilai yang didapat dari masing-masing sensor ke dalam database secara periodik berdasarkan informasi dari arduino
 3. mengirim email ketika mendapat trigger dari arduino
- b. Program pertama berada di platform Arduino. Program ini digunakan untuk:
 1. Menetapkan batasan maksimal masing-masing sensor berdasarkan perintah dari program berbasis web pertama
 2. Mengambil nilai dari sensor dan diteruskan ke program berbasis web pertama
 3. Membunyikan buzzer dan mengaktifkan trigger kirim email ke program berbasis web pertama
- c. Program berbasis web yang diakses oleh pengguna. Program ini digunakan oleh pengguna untuk:
 1. Menyimpan batasan maksimal masing-masing sensor ke database
 2. Membaca log atau hasil pencatatan semua sensor
 3. Menyimpan pengaturan akun pengirim dan penerima email
 4. Menampilkan dashboard kepada pengguna

Salah satu tampilan dari program berbasis web yang bisa diakses pengguna ditunjukkan pada Gambar 4. Halaman dashboard dapat digunakan oleh pengguna dalam melakukan pemantauan secara realtime terhadap suhu, kelembapan, asap dan api. Halaman dashboard tidak hanya menampilkan kondisi suhu kelembapan dan kepekatan asap yang realtime saja, tetapi juga menampilkan 8 nilai terakhir menggunakan grafik.

Program ini memiliki fasilitas pengaturan batas maksimal suhu, kelembapan dan asap. Tampilan dari fasilitas ini dapat dilihat pada Gambar 5. **Error! Reference source not found.** Lalu ada juga pengaturan lama delay atau jeda waktu antara pengambilan nilai seluruh sensor. Hanya saja pada implementasinya, delay ini tidak selalu tepat dengan yang diatur, hal ini bergantung pada kinerja Arduino saat berjalan.



Gambar 5. Fitur Pengaturan

3.4. Pengujian

Berdasarkan pengaturan Gambar 5 dilakukan beberapa pengujian terhadap sistem. Pengujian pertama dilakukan terhadap deteksi suhu. Terlihat pada Tabel 6 sistem yang dibuat dapat menghidupkan AC (diwakilkan dengan kipas), membunyikan buzzer dan mengirim email saat suhu terdeteksi di atas suhu maksimal. Sedangkan ketika suhu terdeteksi sesuai suhu maksimal atau di bawahnya, sistem tidak membunyikan buzzer dan tidak mengirim email.

Tabel 6. Uji Coba Monitoring Suhu

No	Suhu (°C)	Keterangan	AC (kipas)	Buzzer	Email
1	19	< maks	Mati	-	-
2	25	= maks	Mati	-	-
3	28	> maks	Hidup	bunyi	terkirim
4	30	> maks	Hidup	bunyi	terkirim

Pengujian berikutnya dilakukan terhadap kendali exhaust. Terlihat pada Tabel 7, sistem yang dibuat dapat mengendalikan (menghidupkan / mematikan) dua buah exhaust sesuai kondisi kelembapan dan kepekatan asap. Kendali dua buah exhaust sesuai dengan rencana pada Tabel 3. Saat exhaust dihidupkan (baik satu maupun dua) sistem

segera mengirimkan email pemberitahuan kepada pengguna. Sedangkan bunyi buzzer hanya saat dua exhaust hidup.

Tabel 7. Uji Coba Kendali Exhaust

No	Kelembaban		Asap		Exhaust	Buzzer	Email
	%RH	Ket	%	Ket			
1	45	TL	6	Sedikit	0	-	-
2	50	L	7	Sedikit	2	bunyi	terkirim
3	53	L	33	Sedang	1	-	terkirim
4	60	SL	6	Sedikit	1	-	terkirim
5	44	TL	30	Sedang	1	-	terkirim
6	55	SL	55	Pekat	2	bunyi	terkirim
7	48	TL	58	Pekat	2	bunyi	terkirim
8	55	SL	35	Sedang	2	bunyi	terkirim
9	62	SL	70	Pekat	2	bunyi	terkirim

Pengujian selanjutnya dilakukan terhadap deteksi api. Terlihat pada Tabel 8 ketika sensor mendeteksi kemungkinan adanya api, maka sistem membunyikan buzzer dan mengirim pemberitahuan email kepada pengguna.

Tabel 8. Uji Coba Deteksi Api

No	Api	Buzzer	Email
1	0	tidak bunyi	tidak mengirim
2	1 (terdeteksi)	bunyi	terkirim
3	1 (terdeteksi)	bunyi	terkirim
4	0	tidak bunyi	tidak mengirim
5	1 (terdeteksi)	bunyi	terkirim

3.5. Evaluasi

Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan dan juga pengamatan oleh pengguna, sistem ini memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan, diantaranya:

- a. Kelebihan
 1. Dapat memberikan peringatan dini melalui buzzer dan email bila terjadi indikasi kebakaran di dalam ruangan server
 2. Pengguna dapat menentukan batas atas suhu, kelembaban dan kepekatan asap
 3. Terdapat log atau catatan riwayat suhu, kelembaban, kepekatan asap dan indikasi api
 4. Program berbasis web memudahkan pengguna dalam memantau secara realtime dan melihat riwayat suhu, kelembaban, kepekatan asap dan indikasi api
- b. Kekurangan
 1. Perangkat harus selalu tersambung dengan jaringan internet.
 2. Sistem belum dapat menganalisa dan menggabungkan input nilai suhu, kelembaban, kepekatan asap, dan indikasi api secara maksimal dan menghasilkan sebuah output.
 3. Sistem belum dapat melakukan analisa terhadap data riwayat suhu, kelembaban, kepekatan asap dan indikasi api.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan hasil evaluasi dari system yang sudah dibuat, maka didapat beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut:

4.1 Kesimpulan

- a. Purwarupa ini mampu menangkap nilai suhu, kelembaban, kepekatan asap dan indikasi api di lingkungan simulasi server.
- b. Tidak hanya menangkap nilainya, tapi juga mampu mencatatnya ke basis data sehingga tersimpan dan dapat dilihat sewaktu-waktu oleh pengguna.
- c. Sistem mampu memberikan peringatan dini kepada administrator saat kondisi suhu atau kelembaban + kepekatan asap melampaui batas yang ditentukan pengguna.
- d. Administrator dapat dengan mudah melakukan pemantauan terhadap kondisi ruang server secara realtime.

4.2 Saran

- a. Untuk pengembangan penelitian berikutnya dapat dibuat sebuah metode atau algoritma untuk menganalisa dan menggabungkan input nilai suhu, kelembaban, kepekatan asap, dan indikasi api secara maksimal dan menghasilkan sebuah output.
- b. Pengembangan penelitian berikutnya juga dapat dibuat sebuah metode atau algoritma untuk melakukan analisa terhadap data riwayat suhu, kelembaban, kepekatan asap dan api.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. H. Nasution, M. A. Muchtar, S. Seniman, and I. Siregar, "Monitoring temperature and humidity of server room using LattePanda and ThingSpeak," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1235, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1235/1/012068.
- [2] T. Wellem and B. Setiawan, "A Microcontroller-based Room Temperature Monitoring System," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 53, no. 1, pp. 7–10, 2012, doi: 10.5120/8383-1984.
- [3] F. H. Purwanto, E. Utami, and E. Pramono, "Design of Server Room Temperature and Humidity Control System Using Fuzzy Logic Based on microcontroller," in *2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, 2018, vol. 1140, no. 1, pp. 390–395, doi: 10.1088/1742-6596/1140/1/012050.
- [4] R. Dwi Teguh, S. Didik Eko, P. D. Laksono, and A. Jamaluddin, "The design of an embedded system for controlling humidity and temperature room," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 776, no. 1, pp. 8–11, 2016, doi: 10.1088/1742-6596/776/1/012096.
- [5] F. Hu, Q. Ma, X. Hou, and J. Ye, "Intelligent Energy Saving System of Precision Air Conditioning in Data Center Room," in *2020 IEEE International Conference on Advances in Electrical Engineering and Computer Applications (AEECA)*, 2020, pp. 664–669, doi: 10.1109/AEECA49918.2020.9213467.
- [6] A. Roihan, F. Sudarto, and T. Cahyo Putro, "Internet

- of Things on Monitoring and Control System in Server Area,” in *2018 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication*, 2018, pp. 116–120, doi: 10.1109/ISEMANTIC.2018.8549759.
- [7] Y. P. Atmojo, “Pemanfaatan Single-Board Computer pada Sistem Pengukur Suhu Ruangan : Studi Kasus Ruang Server STMIK STIKOM Bali,” *Konf. Nas. Sist. Inform.*, 2015.
- [8] M. A. Ulinuha, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Ruang Server ITN Malang BERBASIS WEB,” *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 732–738, 2017.
- [9] M. Hasan and A. R. Al Tahtawi, “Detektor Dini Kebakaran Multisensor Terintegrasi Android Menggunakan Komunikasi Bluetooth,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, 2018.
- [10] G. Çetin, M. Ş. Özdemir, S. Karadaş, and Y. Yılmaz, “ZigBee Based Wireless Sensor Network Design for Monitoring Server Rooms,” in *2017 International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)*, 2017, pp. 565–570.
- [11] Z. R. Sapura, “Perancangan Monitoring Suhu Ruangan Menggunakan Arduino Berbasis Android Di PT. Tunggal Idaman Abdi Cabang Palembang,” *J. Teknol. Inf.*, 2016, doi: 10.32767/jti.v8i2.114.
- [12] F. Nasher, “Perbandingan Teknologi Bluetooth Dengan WLAN DSSS,” *Media J. Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–4, 2014.
- [13] Siswanto, Firdiansyah, M.anif, and basuki hari Prasetyo, “Kendali dan Monitoring Ruang Server dengan Sensor Suhu DHT-11 Gas MQ-2 serta Notifikasi SMS,” *Sist. Inf. dan Teknol. Inf.*, pp. 122–130, 2019.
- [14] W. Sintia, D. Hamdani, and E. Risdianto, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Suhu Udara Berbasis GSM SIM900A DAN ARDUINO UNO,” *J. Kumparan Fis.*, 2018, doi: 10.33369/jkf.1.2.60-65.
- [15] D. Wijanarko and S. Hasanah, “Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan SMS Gateway pada Proses Fermentasi Tempe Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler,” *J. Inform. Polinema*, vol. 4, no. 1, pp. 49–55, 2017, doi: 10.33795/jip.v4i1.144.
- [16] M. F. Awaj, A. F. Rochim, and E. D. Widiyanto, “Sistem Pengukur Suhu dan Kelembaban Ruang Server,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 2, no. 1, p. 40, 2014, doi: 10.14710/jtsiskom.2.1.2014.40-47.
- [17] N. Nugraha, “Rancang Bangun Sistem Monitor Dan Kendali Ruang Laboratorium Berbasis Arduino Ethernet Shield,” *Buffer Inform.*, 2017, doi: 10.25134/buffer.v2i1.597.
- [18] C. R. Algarín, J. C. Cabarcas, and A. P. Llanos, “Low-cost fuzzy logic control for greenhouse environments with web monitoring,” *Electron.*, vol. 6, no. 4, 2017, doi: 10.3390/electronics6040071.
- [19] P. Rebriyanto and A. Rofii, “Rancang Bangun Sistemkontrol dan Monitoring Kelembaban dan Temperatureruangan pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Internet Of Things,” *J. Kaji. Tek. Elektro*, 2017.
- [20] Y. A. Suryo, “Rancang Bangun Portable Monitoring Suhu Lingkungan Berbasis Internet Of Things,” *CYCLOTRON*, 2019, doi: 10.30651/cl.v2i2.3254.
- [21] M. I. Hakiki, U. Darusalam, and N. D. Nathasia, “Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 150, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1876.