

Perancangan Sistem Pemantau Ruang Server Secara *Realtime* dan Otomatis

Kevin¹, Darmawan Utomo², Atyanta Nika Rumaksari³

Program Studi Teknik Komputer,
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga
¹622017002@student.uksw.edu, ²darmawan.utomo@uksw.edu,
³atyanta.rumaksari@uksw.edu

Abstrak

Ruang *server* adalah ruangan yang memiliki standar khusus untuk menjaga *hardware* di dalam ruangan tersebut agar tetap beroperasi dengan aman. Salah satu contoh faktor yang telah dikerjakan pada ruang *server* adalah membaca suhu ruangan secara *online*. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperluas tipe informasi dengan pengukuran suhu, iluminasi cahaya, tekanan udara, daya terpakai, dan kelembapan ruangan, tanpa perlu mendatangi ruangan. Pengguna juga mendapat sistem peringatan dini yang *realtime* saat kondisi ruangan dinilai berbahaya/berisiko/mengkhawatirkan. Alat ini dirancang dengan ESP32 sebagai pusat kendali dari sensor-sensor yang terhubung, BME280 sebagai pembaca indikator untuk suhu, kelembapan, ketinggian, dan tekanan, PZEM004T sebagai pembaca indikator daya, arus, dan tegangan, sedangkan untuk pembacaan indikator cahaya menggunakan *Light Dependent Resistor*. Data yang terkumpul selanjutnya diunggah ke *Cloud*, yaitu *Ubidots*. Secara keseluruhan sistem pemantau ini memiliki ralat sistem sebesar 2,35 persen dan waktu tanggap *realtime* maksimum berdasarkan pengukuran *ping* sebesar 300 ms.

Kata kunci: Ruang Server, Pemantau, *Realtime*, Otomatis, *Internet of Things (IoT)*.

Abstract

A server room is a room that has special standards to keep the hardware in the room operating safely. One example of factors that have been worked on in the server room is reading the room temperature online. The purpose of this study is to expand the type of information by measuring temperature, light illumination, air pressure, power consumption, and room humidity, without the need to visit the room. Users also get a real-time early warning system when room conditions are considered dangerous/risky/worrisome. This tool is designed with ESP32 as the center control of the connected sensors, BME280 as an indicator reader for temperature, humidity, altitude, and pressure, PZEM004T as a power, current, and voltage indicator reader, meanwhile for light indicator readings using a *Light Dependent Resistor*. The collected data is further uploaded to the *Cloud*, namely *Ubidots*. Overall this monitoring system has a system error of 2.35 percent and a maximum realtime response time based on ping measurements of 300ms.

Keywords: Server Room, Monitoring, *Realtime*, Automatic, *Internet of Things (IoT)*.

1. Pendahuluan

Pada era Revolusi Industri ke-4 saat ini, seorang pengawas atau operator dapat melakukan perawatan dan pengamatan dengan mudah, seperti pengamatan pada sebuah kondisi ruangan dengan menggunakan alat elektronik, baik secara manual maupun dari jarak jauh. Pada masa sebelumnya, para teknisi harus memantau secara rutin dan memperhatikan kondisi alat elektronik untuk mendapatkan datanya. Dengan adanya perkembangan teknologi, seorang operator dapat memantau dari jarak jauh, seperti saat sedang berada di tempat umum atau saat sedang berada pada jam istirahat kerja, selama terdapat jaringan internet pada tempat tersebut.

Perancangan sistem pemantau bukan sesuatu yang baru untuk dikembangkan, sudah terdapat beberapa pengembang yang serupa, seperti Sistem *Monitoring* Suhu Jarak Jauh Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Protokol MQTT [1] dan Sistem *Monitoring* Penyimpanan Kebutuhan Pokok Berbasis *Internet of Things* (IoT) [2]. Namun, terdapat beberapa faktor kelemahan dari sistem-sistem pemantau berbasis *online* ini, diantaranya jaringan internet yang dibutuhkan untuk mengambil dan mengirim data, serta kelistrikan yang sangat berpengaruh terhadap alat ini, dimana tidak terdapat baterai untuk menyimpan daya saat listrik padam. Kelistrikan yang tidak stabil juga mengakibatkan alat mengalami *restart*, sehingga data tidak terkumpul saat listrik padam. Faktor lainnya adalah gangguan dari luar, seperti debu yang mengendap mengakibatkan terjadinya hubung singkat, *maintenance* dari penyedia layanan internet, atau terlepasnya kabel daya secara tidak sengaja oleh aktivitas yang terjadi di ruangan. Faktor berikutnya yang menjadi dasar penulisan ini adalah kelengkapan sensor-sensor yang digunakan pada perancangan sebelumnya, yang hanya terbatas pada pengukuran suhu dan kelembapan dengan keamanan yang kurang baik.

Berdasarkan hal tersebut, pada makalah ini diusulkan sebuah peningkatan pada prototipe alat yang tidak hanya terbatas pada pembacaan suhu dan kelembapan, namun juga arus, tegangan, daya, cahaya, tekanan udara, dan ketinggian yang sangat berpengaruh pada alat-alat yang digunakan dalam ruangan nantinya. Prototipe ini direncanakan dapat menangani akuisisi data sensor yang terletak di dalam ruangan, baik ruang *server* maupun ruang lain yang sesuai dengan karakter prototipe ini.

Sensor-sensor ini bekerja melalui perangkat pemroses yang disebut modul ESP32. Perangkat ESP32 ini dapat mengendalikan sensor-sensor yang terhubung padanya untuk memeriksa kondisi sekitar dan mengirimkan datanya ke penyimpanan awan (*cloud*). Penyimpanan awan menyediakan banyak sumber daya komputasi yang dapat memfasilitasi penggunaan aplikasi yang diakses secara daring melalui suatu penjelajah *web* dengan perangkat lunak dan data yang tersimpan di *server*. Sistem Manajemen Konten adalah sistem yang mendukung pembuatan, manajemen, distribusi, dan publikasi konten, termasuk data dan pranala yang mudah diakses [3].

2. Metode

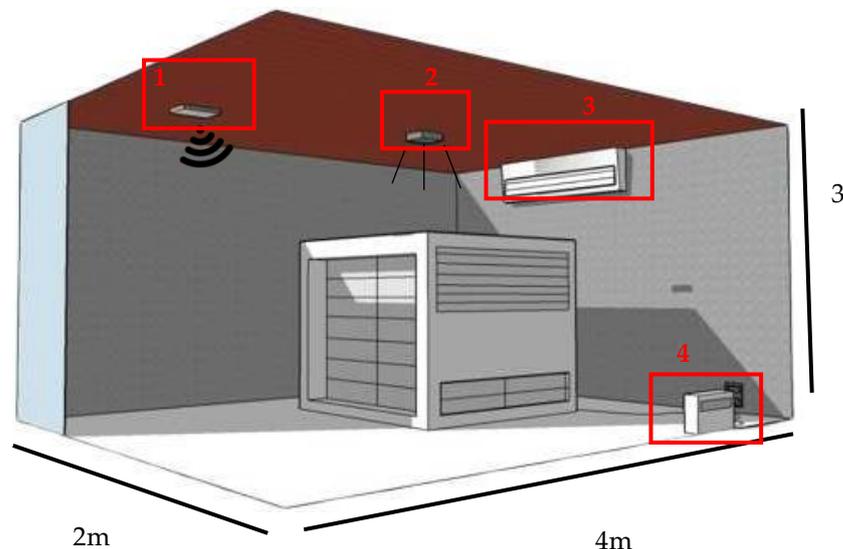
Untuk metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah *Data Collection* dan *real-time processing*. Metode ini digunakan dikarenakan kondisi di dalam ruangan dapat berubah dengan adanya kegiatan dan kinerja alat lain yang terdapat pada ruang tersebut, sehingga mempengaruhi nilai data yang akan diambil. Untuk itu, alat ini dibuat agar dapat mengambil setiap perubahan data dan memberikan pemberitahuan terkait kondisi

ruangan secara *real-time*. Adapun metode yang dilakukan dalam pengerjaan alat, diantaranya:

- a. Pengujian kerja alat pada ruang tertutup
- b. Percobaan bertahap (menghubungkan sensor, mengambil data, unggah data)
- c. Pengujian sistem peringatan otomatis melalui sms
- d. Penyusunan alat secara keseluruhan
- e. Melengkapi tampilan luar alat (kotak dan jalur kabel USB)

2.1. Cara Kerja Alat

Gambar 1 menunjukkan sebuah ilustrasi sebuah ruangan *server* dengan alat pemantau. Ruangan yang digunakan memiliki ukuran panjang 4 m, lebar 2 m, dan tinggi 3 m, dengan rak *server* yang berukuran 80 cm x 80 cm x 153 cm. Di dalam ruangan tersebut terdapat rak *server* yang berada di tengah ruangan, *wi-fi* (1), lampu (2), Pengondisi Ruangan (3), dan alat pemantau (4).

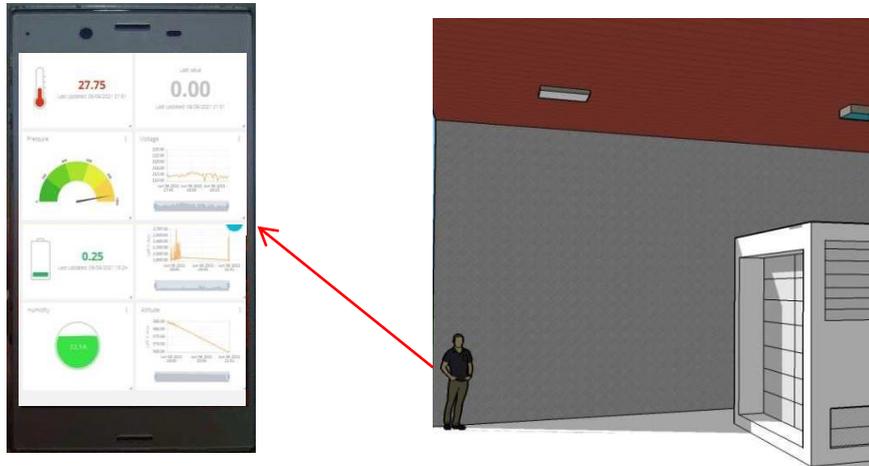


Gambar 1. Ilustrasi ruangan. Keterangan Gambar: 1. *Wi-fi* 2. Lampu Ruangan 3. Pengondisi Ruangan 4. Alat Pemantau

Rak *server* langsung dihubungkan dengan alat pemantau (4) agar bisa diperoleh data berupa tegangan, arus, dan daya yang termasuk dalam indikator pengukuran. *Wi-Fi* (1) berguna sebagai media penyedia koneksi untuk mengunggah data, lampu (2) sebagai data untuk indikator cahaya, pengondisi ruangan (3) sebagai data untuk indikator suhu dan kelembapan ruangan. Saat alat ini dihidupkan maka system akan mengambil data dari beberapa sensor yang dipasangkan pada ESP32 yang nantinya akan diunggah pada penyimpanan *Cloud*.

Jika data sudah disimpan pada *Cloud* maka selanjutnya pengguna dapat melihat data tersebut, yang direpresentasikan dalam rupa diagram, grafik, *chart*, dan indikator. Contoh dari tampilan ini dapat dilihat pada Gambar 2 dimana pengguna dapat melihat data yang diunggah pada *cloud* melalui *handphone*. Pengguna dapat memantau kondisi ruangan dimanapun itu selama perangkat terhubung pada jaringan internet. Untuk melihat data pada *handphone*, pengguna dapat mengaksesnya melalui *ubidots.com*,

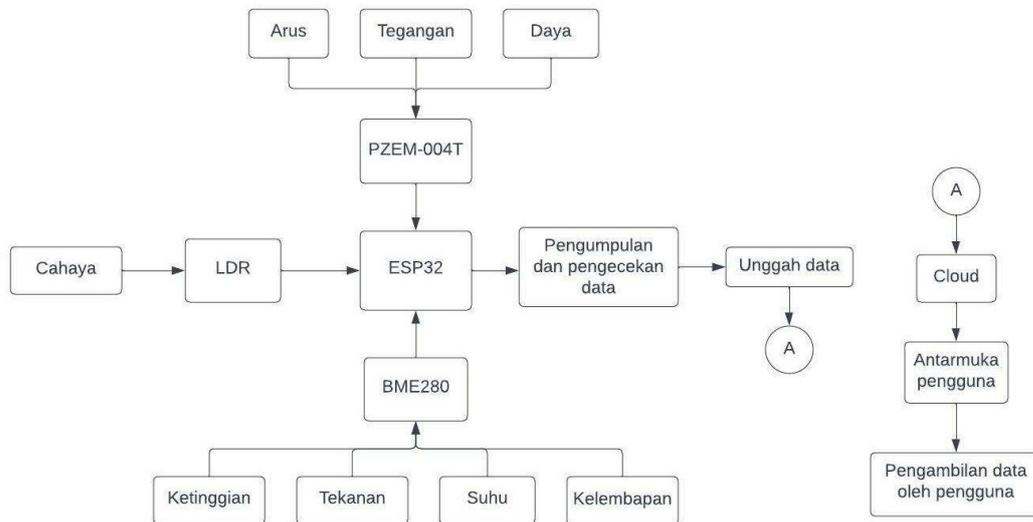
pengguna hanya perlu masuk menggunakan *email* dan *password* yang sudah dibuat sesuai dengan yang ada di program.



Gambar 2. Memantau kondisi ruangan melalui *handphone*

2.2. Blok Diagram Alat

Perangkat keras menggunakan ESP32 sebagai komponen utama yang mengambil data dari setiap sensor yang terhubung ke ESP32 dan mengirimkan data ke *cloud*. ESP32 ini dapat menjadi solusi untuk memudahkan pekerjaan teknisi yang harus memantau banyak alat elektronik secara manual yang tersebar di berbagai tempat [4]. Gambar 3 menampilkan blok diagram sistem alat yang telah dirancang.

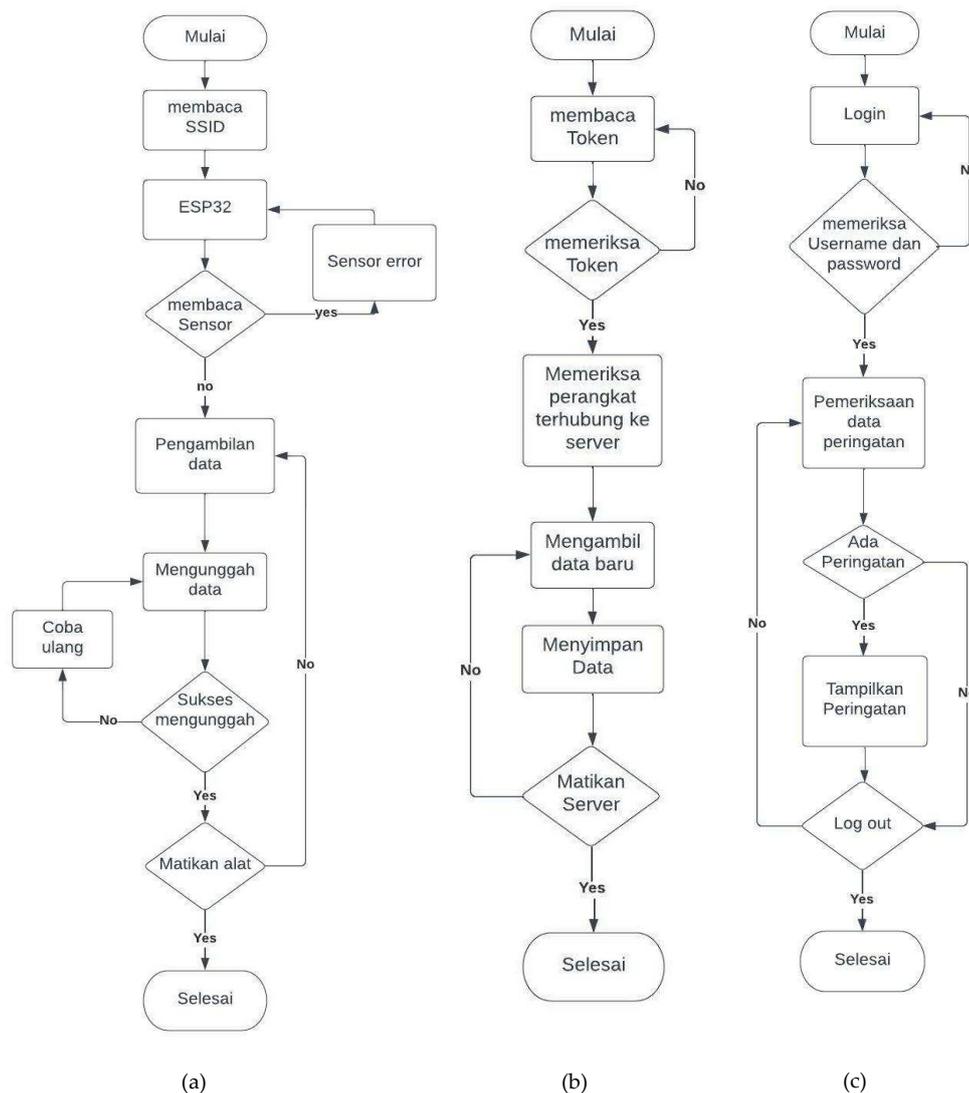


Gambar 3. Blok diagram kerja alat

ESP32 dengan 30 GPIO *pin* [5] menjadi komponen pemroses utama yang nantinya dihubungkan dengan LDR yang akan berada di luar kotak agar bisa menerima paparan cahaya dari lampu ruangan. Modul PZEM004T akan berada di bagian bawah ESP32 yang terhubung dengan terminal untuk membaca daya dari alat eksternal yang dipasangkan pada terminal PZEM004T. Untuk BME280 berada di luar kotak karena sensor ini

beroperasi berdasarkan perubahan resistivitas listrik yang dideteksi oleh film silika titania yang didoping serum yang diendapkan menggunakan teknik sol-gel [6].

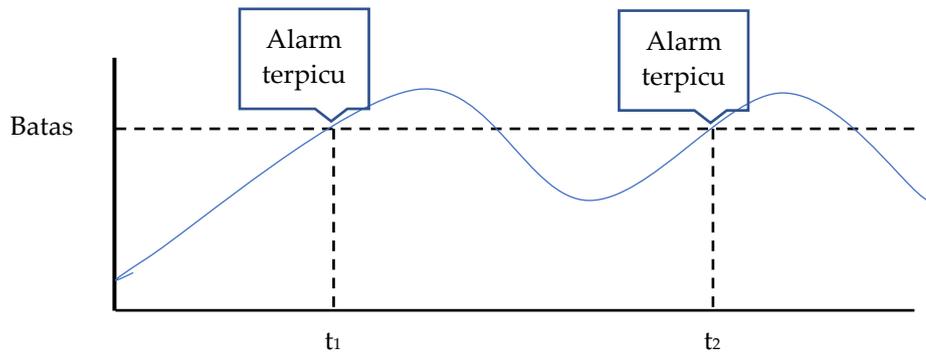
Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan pemrosesan awal untuk memastikan validitas data. Jika data tidak *valid*, maka dilakukan pengambilan data berikutnya. Sebaliknya, jika data sudah *valid*, data ini langsung dienkripsi dan diformat menjadi sebuah paket data sebelum dikirimkan ke *cloud*. Selanjutnya data dapat ditampilkan dalam representasi grafik/chart/indikator/peringatan pada antarmuka pengguna sehingga pada akhirnya pengguna dapat memantau kondisi ruangan tersebut. Gaftar alir dari sistem perangkat lunaknya dapat dilihat pada Gaftar Alir 1.



Gaftar Alir 1. (a) Modul akuisisi data sensor, (b) Pengunggahan data ke server, dan (c) Pemantau Otomatis yang terhubung ke server

2.3. Sistem Peringatan Otomatis

Sistem peringatan ini akan aktif secara otomatis jika ada salah satu indikator dari data yang diambil menunjukkan bahwa telah melewati batas keamanan. Batas dari setiap indikator ditetapkan berdasarkan tingkat minimum keamanan yang diperlukan untuk dijadikan pemicu dari sistem keamanan ini. Peringatan dapat dikirimkan via *email*, *telegram*, dan *sms*.

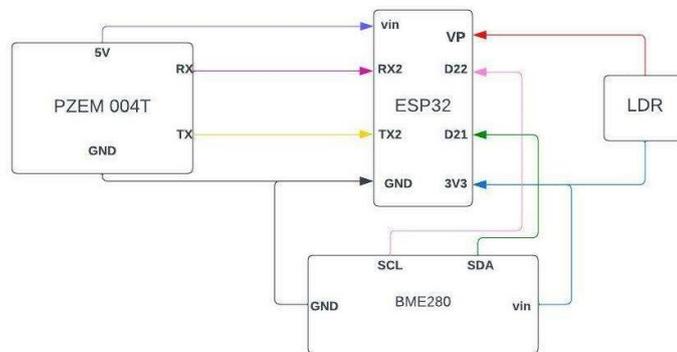


Gambar 4. Mekanisme alarm

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa tanda bahaya akan terpicu ketika melewati batas yang sudah ditetapkan. Batas yang ditetapkan pengguna akan menjadi titik ambang/*threshold*. Jika kondisi lingkungan berada di atas batas aman, maka alarm akan terpicu. Alarm akan kembali mati jika data sudah berada di titik aman atau di bawah batas aman. Alarm tidak akan hidup kembali jika data yang didapat belum kembali ke titik aman atau berada di bawah batas aman.

2.4. Susunan Alat

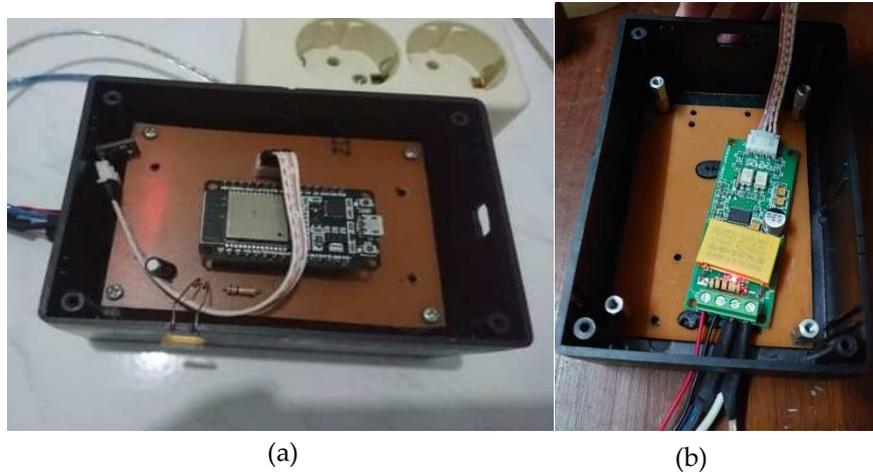
Gambar 5 merupakan susunan dari alat yang dirancang. *ESP32* akan menjadi bagian utama dari perancangan alat ini yang akan terhubung dengan *PZEM004T*, *BME280*, dan *LDR* yang dihubungkan dengan *ground* dan pin *analog out* [7].



Gambar 5. Diagram pengawatan antara modul-modul sensor dan modul pemroses ESP32

2.5. Tampilan Alat Keseluruhan

Pada dasarnya perancangan alat dibuat berdasarkan alat *monitoring* ruangan yang ada dengan melengkapi indikator pembacaan, seperti tekanan, kelembapan, cahaya, ketinggian, arus, tegangan, dan daya. Cara kerja dari alat ini adalah dengan dihubungkan dengan arus listrik sebagai sumber daya dan dihubungkan ke *wi-fi* sebagai koneksi untuk mengunggah data pada *Cloud*. Setelah itu data akan ditampilkan pada papan instrumen. Tampilan alat pemantau ini secara menyeluruh dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. (a) Tampilan atas alat, (b) tampilan dalam alat

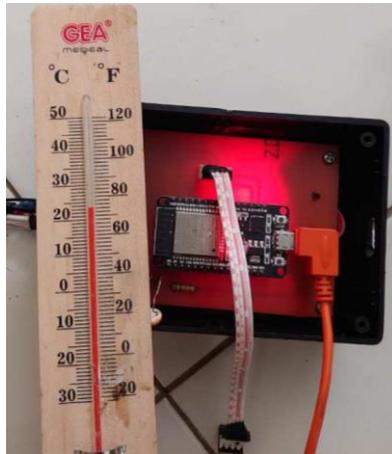
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil yang diperoleh merupakan nilai dari perbandingan antara alat ukur terkalibrasi dengan pembacaan sensor dan data ruangan yang diambil secara *real-time*. Penghitungan dilakukan pada setiap indikator dalam ruangan yang terbaca oleh sensor untuk melihat tingkat akurasi alat dan kondisi ruangan yang memenuhi syarat berdasarkan penghitungan *error*.

3.1 Pengujian Pembacaan Suhu pada Sensor BME280

Pengujian pembacaan ini dilakukan untuk melihat tingkat keakuratan sensor terhadap alat ukur yang sudah ada. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali menggunakan alat ukur termometer, seperti yang terlihat pada Gambar 7. Untuk standar suhu ruang *server* yang dibutuhkan berkisar antara 20°C - 25°C, jika terlalu tinggi akan berpengaruh pada kinerja komponen yang mengakibatkan kerusakan, sedangkan jika terlalu rendah akan berpengaruh pada biaya operasional yang tinggi [8]. Untuk batas minimal dari kelembapan ruang server, yaitu 40 %, sedangkan batas maksimalnya adalah 55% [9]. Kelembapan dipengaruhi dari suhu ruang *server* itu sendiri, jika suhu tetap stabil, maka kelembapan ruangan tidak akan berubah, sedangkan tekanan udara dipengaruhi oleh ketinggian suatu tempat yang nilainya berbanding terbalik. Semakin tinggi tempat dari permukaan laut, maka semakin rendah tekanan udaranya [10].

Percobaan dilakukan dalam ruang dengan pengondisi udara (ruang ber-AC) dan didiamkan selama 10 menit untuk mendapatkan suhu ruangan yang stabil. Data diambil setiap satu menit sebanyak lima kali. Hasil pembacaan suhu sensor BME280 dan alat ukur dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 7. Pembacaan sensor BME280 dan termometer alkohol

Tabel 1. Pembacaan suhu beserta nilai kesalahannya dengan BME280 dan termometer alkohol

Data ke	Suhu			
	BME280 (°C)	Termometer (°C)	Error	Error (%)
1.	23,85	23,5	0,35	1,46
2.	23,77	23,5	0,27	1,13
3.	23,79	24,0	0,21	0,88
4.	23,77	23,5	0,27	1,13
5.	23,76	24,0	0,24	1,01
Rata-rata			0,26	1,12



Gambar 8. Besaran suhu ruangan selama 30 menit

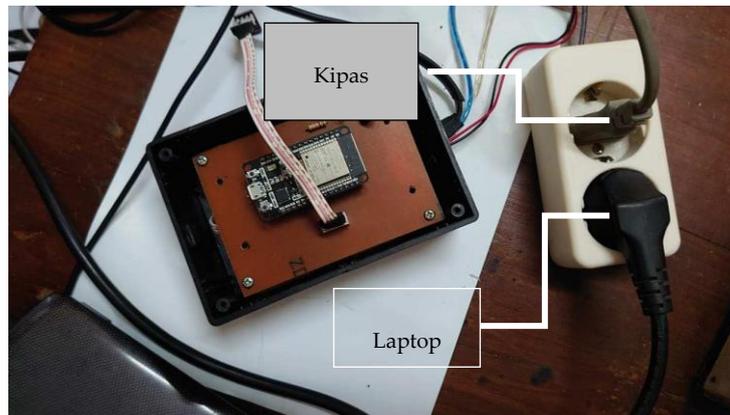
Dari Tabel 1 dilakukan perbandingan pembacaan suhu dari BME280 dengan termometer kayu alkohol. Rata-rata *error* yang didapatkan adalah 0,26 dan untuk rata-rata *error (%)* yang didapatkan adalah 1,12. Sementara itu, rata-rata suhu yang diperoleh secara keseluruhan adalah 23,7°C. Berdasarkan perhitungan *error* dan rata-rata suhu yang didapatkan, maka suhu ruangan sudah memenuhi target yang diperlukan sebagai standar ruang *server*. Untuk nilai *error*-nya dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Error} = \left| \frac{\text{Nilai Sebenarnya} - \text{Nilai Sensor}}{\text{Nilai Sebenarnya}} \right| \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Error} = \left| \frac{23,85 - 23,50}{23,85} \right| \times 100\% = 1,46\% \quad (2)$$

3.2. Pembacaan Indikator pada Sensor PZEM004T

Pengujian pembacaan yang dilakukan ini menggunakan kipas angin dan *laptop* sebagai alat peraga pengganti *server*. Keduanya dihubungkan langsung dengan sensor PZEM004T, yang terdiri atas dua jenis, yaitu untuk arus maksimum 10 ampere dan 100 ampere [11]. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali dengan menggunakan *Clamp tang* dan *multimeter* untuk melihat perbandingan arus dan tegangan yang terbaca sensor. Percobaan membaca tegangan menggunakan *multimeter* dilakukan dengan cara memasukan *probe mutimeter* ke *stop contact*. Untuk mengukur arus, *clamp tang* dikaitkan kepada kabel yang terhubung dengan PZEM004T. Standar kebutuhan untuk ruang *server* terkait tegangan yang digunakan harus benar-benar stabil. Tegangan yang stabil menjadi syarat agar perangkat bisa berjalan normal. Tegangan yang stabil umumnya memperhatikan ketersediaan UPS [12]. Hasil pembacaan suhu sensor PZEM004T dan alat ukur dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 9. Pengujian PZEM004T dengan beban kipas angin dan *laptop*

Tabel 2. Pengukuran besaran arus dan tegangan dengan PZEM004T, *Clamp*, dan *Multimeter*.

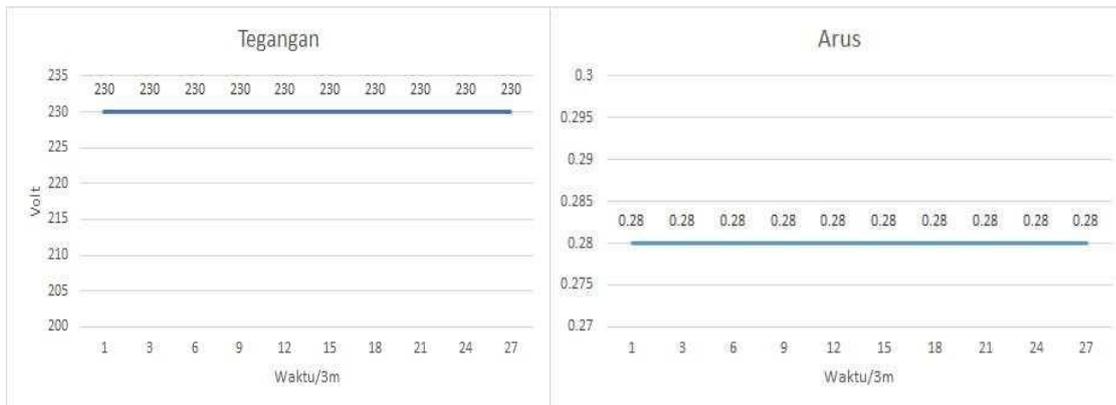
Data ke	PZEM004T						
	Daya	Arus	<i>Clamp tang</i>	<i>Error %</i>	Tegangan	<i>Multimeter</i>	<i>Error (%)</i>
1.	64,96	0,26	0,28	7,14	230	232	0,86
2.	64,96	0,26	0,28	7,14	230	232	0,86
3.	62,64	0,26	0,27	3,70	230	232	0,86
4.	64,96	0,26	0,28	7,14	230	232	0,86
5.	62,64	0,26	0,27	3,70	230	232	0,86
Rata-rata	64,03	0,26	0,28	5,76	230	232	0,86

Dari hasil pengukuran sebanyak lima kali, rata-rata arus yang didapat adalah 0,28 yang merupakan pembulatan ke atas dari 0,276, sedangkan rata-rata daya yang didapatkan dari lima kali pengukuran adalah 64,03. Hasil perhitungan *error* pada indikator tegangan, yaitu 0,86 persen, dimana arus dan tegangan pada ruangan sudah memenuhi target yang diperlukan untuk standar ruang *server*, yaitu tingkat kestabilan listrik yang digunakan.



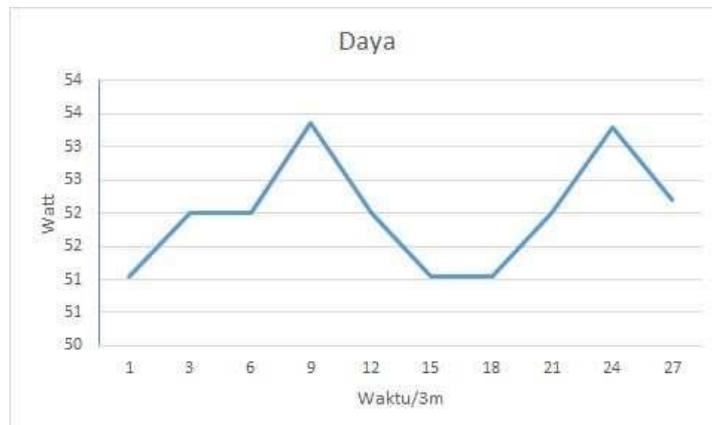
(a) (b)

Gambar 10. Pengukuran dengan (a) *Multimeter*, (b) *Clamp tang*



(a) (b)

Gambar 11. Nilai besaran terhadap waktu (a) *Tegangan*, (b) *Arus*



Gambar 12. Besaran perhitungan daya

3.3. Pembacaan Cahaya dengan LDR

Pengujian pembacaan ini dilakukan di dalam ruangan dengan kondisi lampu menyala dan tanpa cahaya dari luar ruangan. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali untuk melihat apakah sensor dapat bekerja dengan normal dan menentukan posisi peletakan sensor agar dapat menangkap cahaya dengan baik.

Untuk standar nilai tingkat pencahayaan pada suatu ruangan menurut SNI 03-6575-2001 berbeda-beda berdasarkan kegunaan dari ruangan tersebut [13]. Standar pencahayaan mengikuti keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 1405/menkes/sk/xi/2002 [14] dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Intensitas cahaya di ruang kerja [14]

Jenis kegiatan	LUX	Keterangan
Pekerjaan kasar dan tidak terus-menerus	100	Ruang penyimpanan dan ruang peralatan/instalasi yang memerlukan pekerjaan yang kontinu.
Pekerjaan kasar dan terus menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar.
Pekerjaan rutin	300	Ruang administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin, perakitan/penyusun.
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin kantor pekerja pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin.
Pekerjaan halus	1.000	Pemilihan warna, pemrosesan tekstil, pekerjaan mesin halus, dan perakitan halus
Pekerjaan amat halus	1.500 Tidak menimbulkan bayangan	Mengukir dengan tangan, pemeriksaan pekerjaan mesin, dan perakitan yang sangat halus

Karena ruang *server* tidak digunakan untuk kegiatan secara terus-menerus, maka berdasarkan keputusan menteri kesehatan No.1405 tahun 2002, ruang *server* masuk dalam jenis kegiatan "Pekerjaan kasar dan tidak terus-menerus". Tingkat cahaya pencahayaan minimal yang dibutuhkan untuk jenis kegiatan ini adalah 100 lux [14].

Pengujian dilakukan pada ruang kerja dengan ukuran panjang 9,8 meter, lebar 6 meter, dan tinggi 2,8 meter. Jumlah lampu yang menyala pada ruang tersebut sebanyak tiga buah dengan daya setiap lampunya, seperti ditunjukkan pada Gambar 12 sebesar 36W dan intensitas cahaya pada setiap lampunya adalah 2.500 lumen. Sensor diletakkan di sudut ruangan yang memiliki sumber arus untuk menghidupkan alat.



Gambar 13. Lampu pada ruang kerja

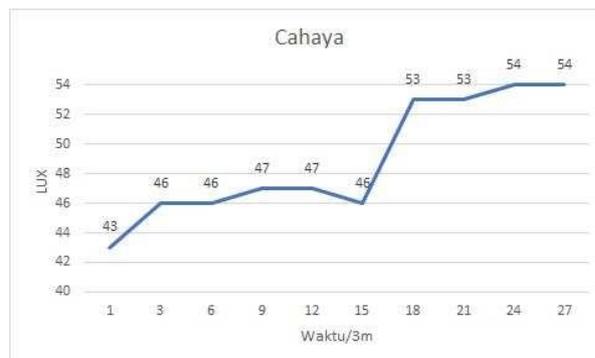
Tabel 4. Hasil pembacaan dari *Lux Meter* dan LDR

Data ke	<i>Lux Meter</i> (referensi)	Alat Ukur LDR	Error (%)
1.	46	47	2,12
2.	46	47	2,12
3.	46	47	2,12
4.	53	53	0
5.	53	54	1,88
Rata-rata	48,80	49,60	1,64

Dari data pada Tabel 4 dilakukan perbandingan pembacaan cahaya ruangan dari sensor LDR dengan *Lux Meter*. Rata-rata yang didapatkan dari pengukuran keduanya cukup jauh dari standar yang diperlukan ruangan, yaitu 100 lux. Dengan demikian, target untuk pencahayaan ruangan tidak terpenuhi meskipun hasil rata-rata *error* yang didapatkan cukup kecil. Untuk nilai *error* dapat dihitung dengan persamaan (3):

$$\text{Error} = \left| \frac{\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Sebenarnya}}{\text{Nilai Sebenarnya}} \right| \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Error} = \left| \frac{47 - 46}{46} \right| \times 100\% = 2,12\% \quad (4)$$



Gambar 14. Iluminasi cahaya pada ruang kerja

Untuk mengetahui rata-rata paparan cahaya pada ruang kerja yang digunakan sebagai pengujian dapat menggunakan rumus [15] dimana E = Iluminasi (lux, lumen/m²), K_u = Koefisien utilitas, F_{kc} = Faktor kehilangan cahaya, Φ = Luminansi (lumen), A = Luas bidang yang diterangi.

$$E_{rata-rata} = K_u \cdot F_{kc} \frac{\Phi}{A} \quad (5)$$

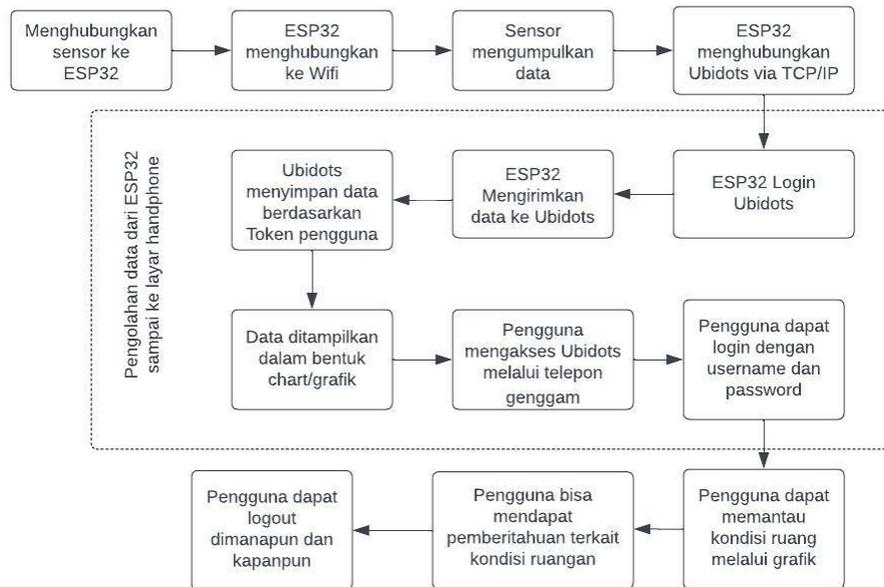
Berdasarkan pengukuran yang dilakukan, dapat diketahui bahwa luas ruangan adalah 58,8m² dan arus cahaya yang dihasilkan dari tiga buah lampu yang menyala adalah 7.500 lumen. K_u dan F_{kc} berturut-turut adalah 0,55 dan 0,7 sehingga intensitas penerangan dari ruangan adalah:

$$E_{rata-rata} = 0,55 \times 0,7 \times \frac{7500}{58,8} = 49,1 \text{ Lux}$$

Nilai K_u dan F_{kc} pada umumnya menggunakan nilai 0,6 dan 0,8. Tetapi mengingat usia lampu neon yang bukan baru, maka nilai K_u dan F_{kc} diturunkan dan diasumsikan menjadi 0,55 dan 0,7. Hasil ini menunjukkan kesalahan terhadap *Lux Meter* dan alat yang dibuat berturut-turut 0,6 persen dan 1,0 persen dengan perhitungan sebagai nilai referensi.

3.4. Pengujian Besaran *Realtime*

Besaran *Realtime* diukur berdasarkan lama waktu *ping* yang diminta oleh pengguna melalui perangkat bergerak maupun komputer yang terhubung ke *server*. Berdasarkan percobaan, lama waktu respon antar *client* dan *server* (*ping*) yang lebih besar dari 300 ms akan membuat sistem menolak untuk terhubung dan mengirimkan data (*time-out*). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa besaran *realtime* dari sistem pemantau ini adalah 300ms.



Gambar 15. Alur data sampai ke layar *handphone*

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian alat yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat berjalan dengan baik, dimana alat dapat digunakan untuk memantau ruang *server* dan mengumpulkan data indikator ruangan. Dari beberapa perhitungan *error* yang dilakukan pada tiap indikator, *error* alat secara keseluruhan adalah 2,35 persen. Alat juga berhasil melakukan unggah data ke *Cloud*, menyimpan data, dan dapat ditampilkan pada papan instrumen pengguna. Data dapat diunggah tanpa *delay* selama respon antar *client* dan *server* (*ping*) berada di bawah 300ms. Jika *ping* lebih dari 300ms, maka *server* akan menghubungkan ulang dan data tidak dapat terkumpul. Sistem peringatan juga bekerja dengan baik dan mengirimkan pemberitahuan terkait kondisi ruangan secara *realtime* kepada pengguna melalui *sms*, *email*, dan *telegram* sesuai dengan keinginan pengguna.

Daftar Pustaka

- [1] Budioko, T., "Sistem monitoring suhu jarak jauh berbasis internet of things menggunakan protokol mqtt," In Proceeding Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi-SRITI 2016, vol. 8, pp. 353-358. STMIK Akakom Yogyakarta, 2016.
- [2] M. D. Ade and N. Nurfiana, "Sistem monitoring penyimpanan kebutuhan pokok berbasis internet of things (IoT)," Explore: Jurnal Sistem Informasi dan Telematika, vol. 9, no. 1, 2018.

- [3] J. Jankulovski and P. Mitrevski, "Cloud Computing and Content Management Systems: A Case Study in Macedonian Education," arXiv preprint arXiv: 1711.04025, 2017.
- [4] A. Maier, A. Sharp, and Y. Vagapov, Comparative Analysis and Practical Implementation of the ESP32 Microcontroller Module for the Internet of Things, Internet Technologies and Applications, 2017.
- [5] T. T. Saputro, Menggunakan Pin GPIO Pada ESP32 [Online], <https://embeddednesia.com/v1/menggunakan-pin-gpio-pada-esp32/>, diakses tanggal 30 Mei 2022.
- [6] R. Cardoso, G. Sarapajevaite, O. Korsun, S. Cardoso, and L. Ilharco, "Sol-Gel relative humidity sensors: impact of electrode geometry on performance in soil suction measurements," Journal of Sensor Technology, vol. 7, no.1, pp. 1-23, 2017.
- [7] Arga, Pengertian dan Fungsi Sensor LDR [Online], <https://pintarelektro.com/sensor-ldr/>, diakses tanggal 30 Mei 2022.
- [8] M. Irvan Z, Jon Endri, Sarjana, "Rancang Bangun Pengatur Suhu dan Kelembaban Ruang Server Berbasis IoT," Institut Teknologi Nasional Malang, 2019.
- [9] Ruang Server, Standar Suhu di ruang Server [Online], <http://www.ruang-server.com/2018/06/standar-suhu-diruang-server.html>, diakses tanggal 13 september 2022
- [10] Zenius, Rumus Tekanan Udara dan Hubungannya dengan Telinga Berdengung [Online], [https://www.zenius.net/blog/rumus-tekanan-udara#:~: text= Tempat% 20 tinggi%20memiliki%20tekanan%20udara,tempat%20yang%20tekanannya%20lebih %20rendah](https://www.zenius.net/blog/rumus-tekanan-udara#:~:text=Tempat%20tinggi%20memiliki%20tekanan%20udara,tempat%20yang%20tekanannya%20lebih%20rendah,), di akses tanggal 20 juli 2022.
- [11] S. Jimmi, Membaca sensor PZEM 004T dengan MCU arduino [Online], <https://mikroavr.com/sensor-pzem-004t-arduino/>, diakses tanggal 30 Mei 2022.
- [12] Ruang Server, 3 Hal Penting Diruang server Anda [Online], <http://www.ruang-server.com/2017/07/3-hal-penting-di-ruang-server-anda.html>, diakses tanggal 13 september 2022.
- [13] D.S. Widyastuti, "Intensitas Penerangan Pada Ruang Kelas Dan Laboratorium Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta," Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta, 2018.
- [14] Dinkes Riau, Keputusan menteri kesehatan Republik Indonesia [Online], [https://satudata.dinkes.riau.go.id/sites/default/files/Kepmenkes%20No%201405%20th %202002%20ttg%20PERSYARATAN%20KESEHATAN-LINGKUNGAN-KERJA-PERKANTORAN-DAN-INDUSTRI.pdf](https://satudata.dinkes.riau.go.id/sites/default/files/Kepmenkes%20No%201405%20th%202002%20ttg%20PERSYARATAN%20KESEHATAN-LINGKUNGAN-KERJA-PERKANTORAN-DAN-INDUSTRI.pdf), diakses tanggal 13 september 2022.
- [15] The Engineering Toolbox, Illuminance - Recommended Light Level [Online], https://www.engineeringtoolbox.com/light-level-rooms-d_708.html, diakses tanggal 24 Oktober 2022.