

Alat Monitoring Suhu dan Tekanan Udara di Ruang Isolasi Kelas Negatif Berbasis IoT

Agung Mulya Sentosa, Dena Anugrah*

Teknologi Rekayasa Elektro-medis, Universitas PGRI Yogyakarta, Indonesia
Jl. IKIP PGRI I Sonosewu No.117, Sonosewu, Ngestiharjo, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55182
Email: agungmulyasentosa@gmail.com

INFO ARTIKEL

Alamat Web Artikel:

<https://journal.umy.ac.id/index.php/mt/article/view/22844>

DOI:

<https://doi.org/10.18196/mt.v5i2.22844>

Data Artikel:

Diterima:

24 Februari 2024

Direview:

26 Maret 2024

Direvisi :

16 April 2024

Disetujui :

29 April 2024

Korespondensi:

denaanugrah@upy.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat monitoring suhu dan tekanan udara di ruang isolasi kelas negatif rumah sakit berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat digunakan oleh tenaga kesehatan untuk memantau suhu dan tekanan udara di ruangan tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara studi literatur dan observasi. Teknik analisis data dilakukan dengan cara menghitung nilai rata-rata dan nilai *error* dari alat yang dibuat. Alat monitoring suhu dan tekanan udara di ruang isolasi kelas negatif berbasis IoT dibuat menggunakan sensor BMP280, mikrokontroler ESP32, LCD, aplikasi monitoring di komputer menggunakan Firebase, dan aplikasi monitoring di *smartphone* menggunakan Kodular. Alat monitoring suhu telah diuji dan dibandingkan hasilnya dengan alat ukur Thermohygrometer yang menghasilkan nilai *error* sebesar 0,24%. Alat monitoring tekanan udara juga telah diuji dan dibandingkan hasilnya dengan alat ukur Magrphelic yang menghasilkan nilai *error* sebesar 0,51%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat monitoring suhu dan tekanan udara yang dibuat mempunyai hasil pengukuran yang mendekati dengan alat pembanding aslinya, sehingga dapat digunakan oleh tenaga kesehatan untuk memantau suhu dan tekanan udara di ruang isolasi kelas negatif rumah sakit.

Kata Kunci: Monitoring, Suhu, Tekanan Udara, Ruang Isolasi, IoT.

ABSTRACT

This research aims to produce a temperature and air pressure monitoring tool in a hospital's negative class isolation room based on the Internet of Things (IoT) which can be used by health workers to monitor the temperature and air pressure in the room. The method used in this research is a quantitative method. Data collection techniques were carried out by means of literature study and observation. The data analysis technique is carried out by calculating the average value and error value of the tool created. The IoT-based temperature and air pressure monitoring tool in the negative class isolation room was created using a BMP280 sensor, ESP32 microcontroller, LCD, monitoring application on a computer using Firebase, and monitoring application on a smartphone using Kodular. The temperature monitoring tool has been tested and the results compared with the Thermohygrometer measuring tool which produces an error value of 0.24%. The air pressure monitoring tool has also been tested and the results compared with the Magrphelic measuring tool which produces an error value of 0.51%. The results of the research show that the temperature and air pressure monitoring tool created has measurement results that are close to the original comparison tool, so that it can be used by health workers to monitor temperature and air pressure in negative class isolation rooms in hospitals.

Keywords: Monitoring, Temperature, Air Pressure, Isolation Room, IoT.

1. PENDAHULUAN

Rumah sakit merupakan institusi kesehatan yang berfokus pada pengobatan penyakit dan pemulihan kesehatan [1]. Rumah sakit memiliki berbagai jenis ruangan khusus yang disediakan untuk pasien yang tidak boleh bersentuhan langsung dengan udara luar, dimana kondisi suhu dan tekanan udara di dalam ruangan tersebut harus tetap terkontrol. Ruang isolasi merupakan bagian dari bangunan rumah sakit yang digunakan sebagai tempat perawatan pasien yang dirancang untuk

memberikan kenyamanan dan keamanan dari penularan mikroorganisme. Pada dasarnya ruang isolasi bertujuan untuk melindungi pasien, tenaga kesehatan, dan pengunjung rumah sakit dari paparan infeksi udara.

Penyebaran infeksi melalui udara didukung oleh kondisi suhu dan tekanan udara. Kedua kondisi tersebut harus terkontrol supaya tidak menjadi faktor penyebab tumbuhnya mikroorganisme [2]. Pasien yang membawa mikroorganisme penyebab infeksi dapat menyebar ke pasien yang lain, tenaga kesehatan, maupun pengunjung melalui setiap aktivitasnya di rumah sakit.

Setiap ruangan di rumah sakit memiliki standar nilai suhu dan tekanan udara yang berbeda, begitu pula dengan ruang isolasi. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No.7 Tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, disebutkan bahwa nilai suhu dan tekanan udara harus dijaga. Untuk nilai suhu berkisar antara 24°C sampai dengan 26°C . Untuk nilai tekanan udara di ruang isolasi berkisar antara -2,5 Pa, namun untuk menghindari infeksi silang dan penurunan tekanan secara drastis, maka dibuat standar yaitu -15 Pa sampai dengan -30 Pa [3]. ANSI/ASHRAE/ASHE 170-2017 mengatakan bahwa semua ruangan yang bertekanan positif maupun negatif di rumah sakit diperlukan pasokan udara minimal 12 pergantian udara per jam.

Untuk mendukung Undang-Undang Nomor 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit, maka diperlukan adanya bimbingan teknis yang baik mengenai sistem tata udara di rumah sakit pada ruangan yang bertekanan positif maupun negatif supaya memenuhi standar keselamatan kesehatan [4]. Sistem tata udara pada ruang isolasi mempunyai fungsi untuk mengatur kelembaban, suhu, dan tekanan udara dalam ruangan supaya tidak terjadi perkembangbiakan mikroorganisme [5].

Ruang isolasi dikhususkan untuk mengontrol aliran udara dalam ruangan supaya jumlah partikel infeksius berkurang sehingga mampu meminimalisir terjadinya risiko penularan melalui udara di lingkungan pelayanan kesehatan [6]. Ruang isolasi harus dirancang dengan baik dan harus mengikuti prosedur teknis [7]. Metode *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* (HVAC) berperan penting dalam memberi kenyamanan di dalam ruangan isolasi [6]. Hal penting dalam membuat desain ruang isolasi adalah aliran udara yang pada prinsipnya dapat melindungi pasien, tenaga kesehatan, dan pengunjung dari penularan penyakit [2]. Selain itu, bagian penting lainnya dalam desain ruang isolasi ialah pengendalian kuantitas dan kualitas udara yang masuk atau keluar ruangan serta perbedaan tekanan udara yang masuk atau keluar ruangan [8].

Tenaga kesehatan harus selalu memeriksa secara langsung kondisi suhu dan tekanan udara di dalam ruang isolasi. Hal ini mengakibatkan aliran udara di ruang isolasi susah dikendalikan karena buka tutupnya pintu ruangan dari pergerakan tenaga kesehatan [9]. Hal ini juga dapat menimbulkan risiko tertularnya penyakit di dalam ruang isolasi. Oleh karena itu, diperlukan adanya pemantauan kondisi suhu dan tekanan udara secara berkala di dalam ruang isolasi. Hal ini dilakukan untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme dan penyebaran infeksi udara di ruang isolasi [5].

Kemajuan teknologi elektronik sangat berpengaruh positif pada bidang kesehatan, khususnya pada peralatan medis yang dapat mempermudah tenaga kesehatan dalam melakukan monitoring suhu dan tekanan udara secara *real time* di ruang isolasi. Tenaga kesehatan dapat memanfaatkan *smartphone* atau komputer sebagai media untuk melakukan monitoring suhu dan tekanan udara tanpa harus masuk ke ruang isolasi. Hal ini dapat meminimalisir risiko tertularnya penyakit di dalam ruang isolasi.

Suhu merupakan ukuran seberapa dingin atau panasnya suatu keadaan. Satuan pengukuran suhu yang banyak digunakan di Indonesia adalah derajat Celcius [10]. Tekanan udara merupakan gaya yang menggerakkan suatu massa udara dalam suatu satuan luas tertentu [11]. Ruang isolasi tekanan negatif merupakan ruangan yang digunakan untuk pasien yang memerlukan isolasi *droplet nuclei* (tetesan inti) melalui udara [7]. *Internet of Things* (IoT) merupakan teknologi canggih yang mengacu pada banyak perangkat dan sistem di seluruh dunia yang terhubung satu sama lain melalui internet dan dapat berbagi informasi satu sama lain [12].

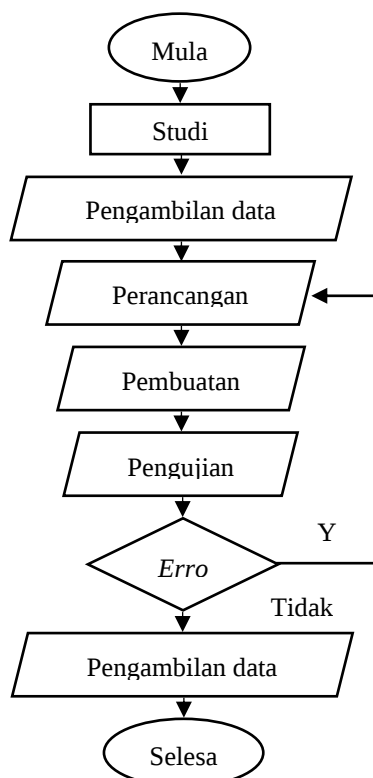
Hi-link HLK-5M05 berfungsi untuk mengkonversi sumber tegangan AC 220V ke tegangan DC 5V. Hi-link HLK-5M05 memiliki ukuran yang kecil dan *compact* sehingga cocok untuk *project* yang membutuhkan catu daya yang tidak terlalu besar. Hi-link HLK-5M05 memiliki spesifikasi input 100-240V AC (PLN 220V), output 5V DC, arus 1A, daya 5W [13]. Sensor BMP280 merupakan sensor yang dapat membaca suhu dan tekanan udara. Sensor ini memiliki ukuran yang sangat kecil

(2mm × 2,5mm × 0,95mm) dan konsumsi daya yang rendah [14]. ESP32 merupakan modul mikrokontroler yang memiliki kecepatan tinggi, 32 bit, memori besar, dan telah terintegrasi dengan modul *bluetooth* di dalamnya [15]. *Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan suatu perangkat layar elektronik yang dibuat dengan teknologi *Complementary Metal Oxide Semiconductor* (CMOS). Logika yang bekerja tidak menghasilkan cahaya, namun memantulkan cahaya disekitarnya ke garis depan atau memantulkan cahaya lampu latar [16].

Firestore merupakan aplikasi monitoring yang dapat digunakan secara *real time*. Pada saat data berubah, maka aplikasi yang terhubung dengan Firestore akan memperbaharui data secara otomatis melalui setiap perangkat baik *website* ataupun *mobile* [17]. Kodular merupakan salah satu aplikasi Android yang menggunakan konsep *drag and drop programming* mirip dengan MIT App Inventor [18]. Kodular digunakan dengan cara melakukan *drag and drop* blok program yang sudah disediakan, dengan kata lain tidak perlu memasukkan kode program secara manual untuk membuat aplikasi [19].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Tahapan proses penelitian tergambarkan pada diagram alir penelitian yang terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Studi literatur dilakukan dengan cara mengkaji dan memahami penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik permasalahan yang akan diteliti. Pengambilan data awal dilakukan dengan cara melakukan observasi ke Rumah Sakit Umum Daerah Panembahan Senopati untuk mengamati dan mempelajari penggunaan alat pengukur suhu dan tekanan udara di ruang isolasi kelas negatif. Perancangan alat dilakukan dengan cara membuat simulasi alat yang akan dibuat. Pembuatan alat dilakukan dengan cara menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan kemudian merangkaiannya sesuai dengan simulasi yang telah dibuat sebelumnya. Pengujian alat dilakukan dengan cara melakukan pengujian fungsi sensor, program, dan display yang digunakan pada alat. Pengambilan data akhir dilakukan dengan cara melakukan pengukuran suhu dan tekanan udara di ruang isolasi kelas negatif Rumah Sakit Umum Daerah Panembahan Senopati sebanyak lima kali menggunakan

Thermohygrometer untuk pengukuran suhu dan Magrphelic untuk pengukuran tekanan udara. Data yang telah diperoleh akan dianalisis dengan cara menghitung nilai rata-rata dan nilai *error* dari alat yang dibuat. Nilai rata-rata merupakan hasil pembagian dari jumlah data yang diambil dengan banyaknya data yang diambil. Nilai *error* merupakan nilai absolut dari selisih antara nilai rata-rata yang diinginkan dengan nilai rata-rata yang diukur dibagi dengan nilai rata-rata yang diinginkan kemudian dikalikan dengan 100%. Nilai rata-rata dan nilai *error* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata} = \frac{\sum xi}{n}$$

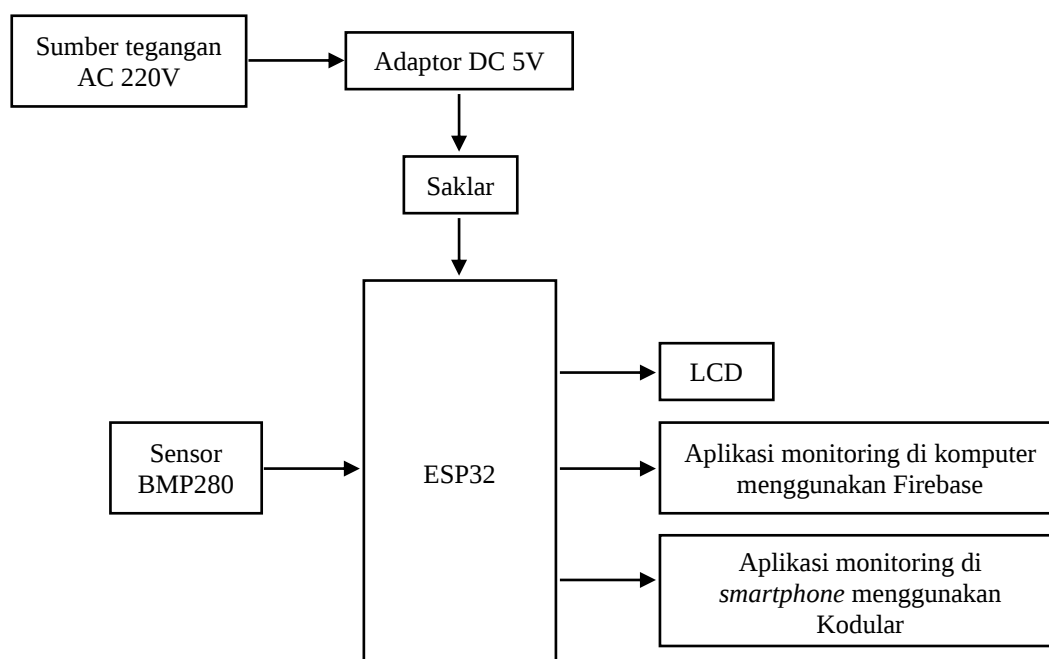
$\sum xi$ adalah jumlah data sedangkan n adalah banyak data.

$$\text{Error} = \left| \frac{xa - xb}{xa} \right| \times 100\%$$

xa adalah nilai rata-rata yang diinginkan sedangkan xb adalah nilai rata-rata yang diukur.

2.1. Diagram Blok

Alat monitoring suhu dan tekanan udara dibuat menggunakan sensor BMP280, mikrokontroler ESP32, LCD, aplikasi monitoring di komputer menggunakan Firebase, dan aplikasi monitoring di *smartphone* menggunakan Kodular. Alat ini dicatu dengan sumber tegangan input AC 220V dari PLN kemudian tegangan tersebut diubah oleh adaptor menjadi DC 5V. Arus listrik yang masuk ke sistem diatur menggunakan saklar. Diagram blok terdapat pada gambar 2.

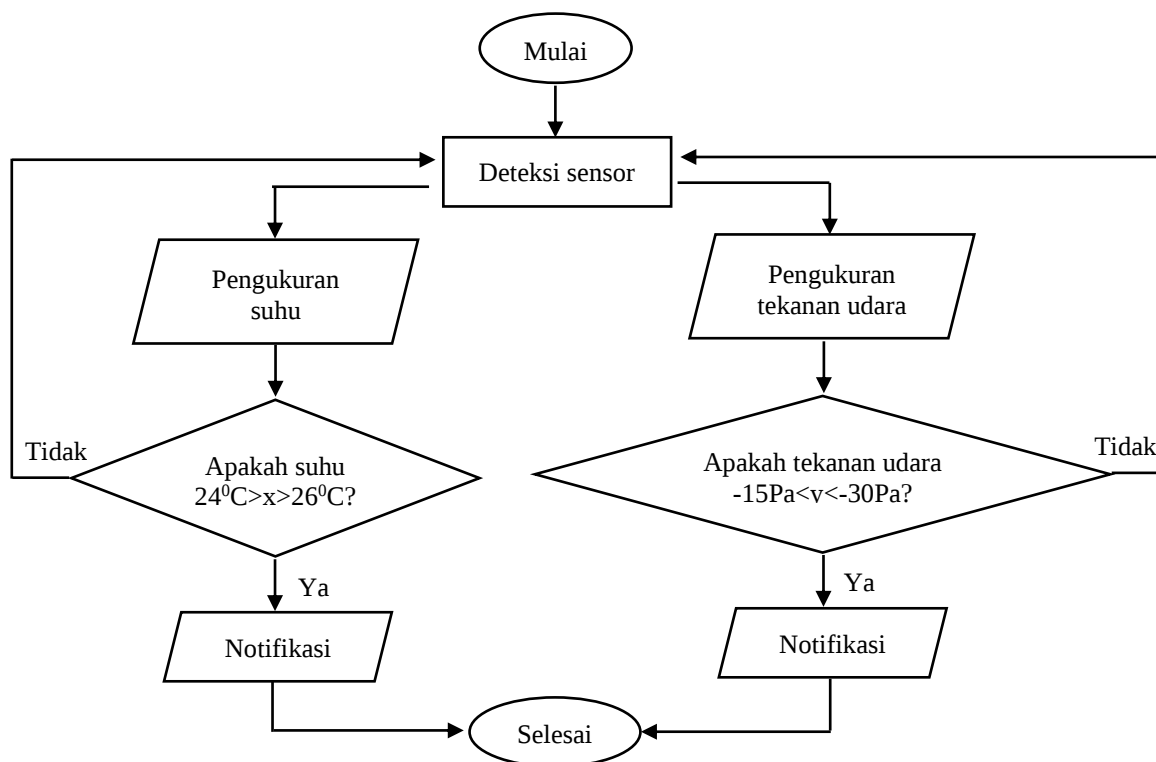


Gambar 2. Diagram Blok

Alat dapat beroperasi jika dihubungkan dengan sumber tegangan AC 220V dari PLN. Adaptor mengubah tegangan AC menjadi DC dengan tegangan output sebesar 5V. Saklar akan menghubungkan dan memutus arus listrik yang masuk ke ESP32. Sensor BMP280 akan mendeteksi suhu dan tekanan udara. ESP32 akan mengontrol seluruh rangkaian input dan output. LCD akan menampilkan hasil pengukuran suhu dan tekanan udara pada alat. Aplikasi monitoring di komputer menggunakan Firebase akan melakukan monitoring hasil pengukuran suhu dan tekanan udara pada layar monitor. Aplikasi monitoring di *smartphone* menggunakan Kodular akan melakukan monitoring hasil pengukuran suhu dan tekanan udara pada layar *smartphone* secara *mobile* dan memunculkan notifikasi berupa pesan.

2.2. Flowchart

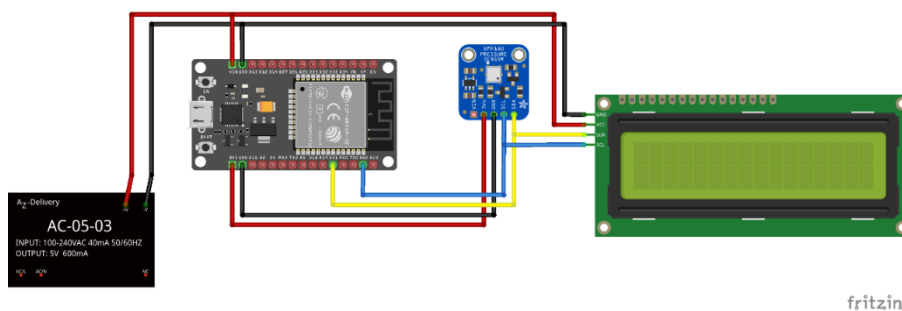
Alat monitoring suhu dan tekanan udara dimulai dengan melakukan deteksi sensor, lalu melakukan pengukuran suhu dan tekanan udara. Jika hasil pengukuran suhu di ruang isolasi kelas negatif bernilai kurang dari 24°C dan lebih dari 26°C maka akan muncul notifikasi, namun jika tidak maka sensor akan mendeteksi suhu kembali. Jika hasil pengukuran tekanan udara di ruang isolasi kelas negatif bernilai lebih dari -15Pa dan kurang dari -30Pa maka akan muncul notifikasi, namun jika tidak maka sensor akan mendeteksi tekanan udara kembali. *Flowchart* terdapat pada gambar 3.



Gambar 3. *Flowchart*

2.3. Skematik Rangkaian

Hi-link AC to DC berperan sebagai adaptor yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC dengan tegangan output sebesar 5V. ESP32 berperan sebagai kontroler yang berfungsi untuk mengontrol alat berdasarkan instruksi dari program. BMP280 berperan sebagai sensor yang berfungsi untuk mendeteksi suhu dan tekanan udara. LCD 16X2 I2C berperan sebagai display yang berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran. Skematik rangkaian terdapat pada gambar 4.

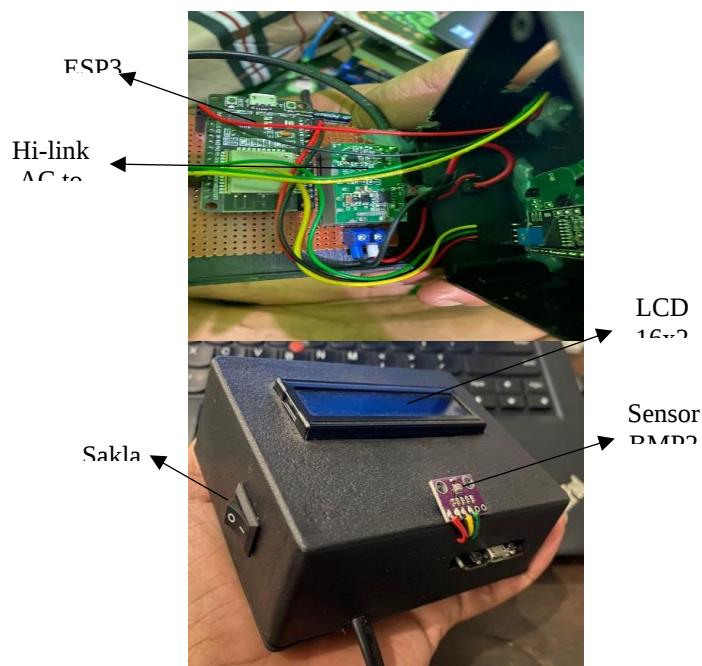


Gambar 4. Skematik Rangkaian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu dan Tekanan Udara

Alat monitoring suhu dan tekanan udara di ruang isolasi kelas negatif berbasis IoT dibuat menggunakan sensor BMP280, mikrokontroler ESP32, LCD, aplikasi monitoring di komputer menggunakan Firebase, dan aplikasi monitoring di *smartphone* menggunakan Kodular. Hasil rancang bangun alat terdapat pada gambar 5.



Gambar 5. Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu dan Tekanan Udara

Alat yang dibuat memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan alat yang dibuat diantaranya yaitu memiliki rangkaian yang sederhana, mudah untuk dibawa, harganya terjangkau, serta dapat melakukan monitoring hasil pengukuran suhu dan tekanan udara dengan jarak jauh secara *real time* selama terhubung dengan jaringan internet. Kekurangan alat yang dibuat diantaranya yaitu desainnya kurang rapi serta hanya dapat melakukan monitoring dua parameter pengukuran saja (suhu dan tekanan udara).

3.2. Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukurannya menggunakan alat ukur Thermohygrometer seperti yang terdapat pada gambar 6.



Gambar 6. Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu dilakukan sebanyak lima kali untuk masing-masing alat ukur. Data hasil pengukuran suhu terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Suhu

Pengukuran	Nilai Suhu Menggunakan Sensor BMP280	Nilai Suhu Menggunakan Thermohygrometer
ke-1	25,0 ⁰ C	24,9 ⁰ C
ke-2	25,0 ⁰ C	25,0 ⁰ C
ke-3	26,0 ⁰ C	25,8 ⁰ C
ke-4	25,0 ⁰ C	25,0 ⁰ C
ke-5	26,0 ⁰ C	26,0 ⁰ C
Nilai Rata-Rata	25,40 ⁰ C	25,34 ⁰ C
Nilai Error	0,24%	

Rata-rata pengukuran suhu menggunakan sensor BMP280 yaitu sebesar 25,40⁰C, sedangkan rata-rata pengukuran suhu menggunakan Thermohygrometer yaitu sebesar 25,34⁰C. Dari hasil pengambilan data akhir yang telah dilakukan, diperoleh nilai *error* sebesar 0,24%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil rancang bangun alat monitoring suhu yang dibuat mempunyai hasil pengukuran yang mendekati dengan alat pembanding aslinya.

3.3. Pengukuran Tekanan Udara

Pengukuran tekanan udara dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukurannya menggunakan alat ukur Magrfhelic seperti yang terdapat pada gambar 7.



Gambar 7. Pengukuran Tekanan Udara

Pengukuran tekanan udara dilakukan sebanyak lima kali untuk masing-masing alat ukur. Data hasil pengukuran tekanan udara terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Tekanan Udara

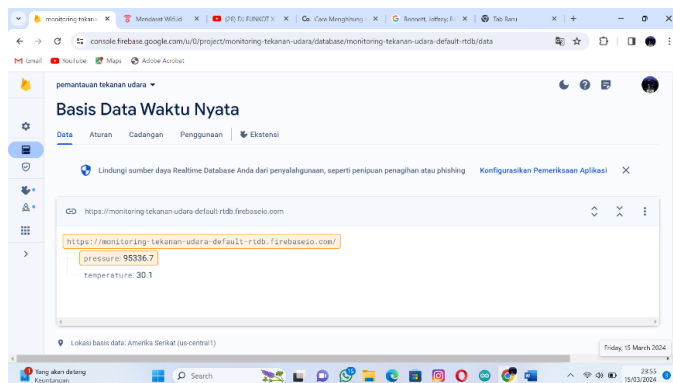
Pengukuran	Nilai Tekanan Udara Menggunakan Sensor BMP280	Nilai Tekanan Udara Menggunakan Magrfhelic
ke-1	-15,9 Pa	-16,0 Pa
ke-2	-15,9 Pa	-16,0 Pa
ke-3	-15,8 Pa	-16,0 Pa
ke-4	-15,8 Pa	-15,0 Pa
ke-5	-15,0 Pa	-15,0 Pa
Nilai Rata-Rata	-15,68 Pa	-15,60 Pa
Nilai Error	0,51%	

Rata-rata pengukuran tekanan udara menggunakan sensor BMP280 yaitu sebesar -15,68Pa, sedangkan rata-rata pengukuran tekanan udara menggunakan Magrfhelic yaitu sebesar -15,60Pa. Dari hasil pengambilan data akhir yang telah dilakukan, diperoleh nilai *error* sebesar 0,51%. Hal ini

menunjukkan bahwa hasil rancang bangun alat monitoring tekanan udara yang dibuat mempunyai hasil pengukuran yang mendekati dengan alat pembanding aslinya.

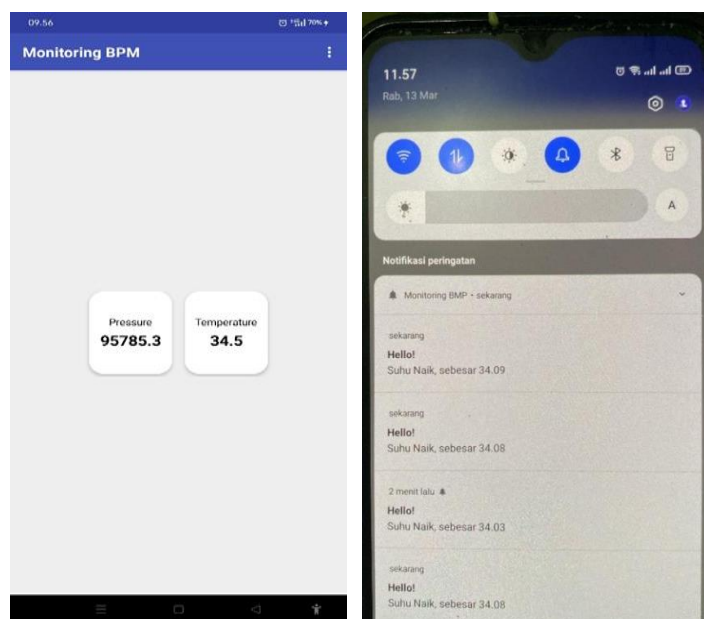
3.4. Monitoring Berbasis IoT

Alat yang dibuat dapat dimonitoring menggunakan Firebase yang dapat dipantau menggunakan komputer seperti yang terdapat pada gambar 8.



Gambar 8. Monitoring Menggunakan Firebase

Selain dapat dimonitoring menggunakan Firebase, alat yang dibuat juga dapat memberikan notifikasi ketika suhu melebihi batas standar yang telah ditentukan menggunakan Kodular yang dapat dipantau menggunakan *smartphone* seperti yang terdapat pada gambar 9.



Gambar 9. Monitoring Menggunakan Kodular

Hasil pengukuran suhu dan tekanan udara yang ditampilkan di LCD, Firebase, dan Kodular menghasilkan nilai yang sama.

4. KESIMPULAN

Alat monitoring suhu dan tekanan udara di ruang isolasi kelas negatif berbasis IoT dibuat menggunakan sensor BMP280, mikrokontroler ESP32, LCD, aplikasi monitoring di komputer menggunakan Firebase, dan aplikasi monitoring di *smartphone* menggunakan Kodular. Alat

monitoring suhu telah diuji dan dibandingkan hasilnya dengan alat ukur Thermohygrometer yang menghasilkan nilai *error* sebesar 0,24%. Alat monitoring tekanan udara juga telah diuji dan dibandingkan hasilnya dengan alat ukur Magrphelic yang menghasilkan nilai *error* sebesar 0,51%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat monitoring suhu dan tekanan udara yang dibuat mempunyai hasil pengukuran yang mendekati dengan alat pembanding aslinya, sehingga dapat digunakan oleh tenaga kesehatan untuk memantau suhu dan tekanan udara di ruang isolasi kelas negatif rumah sakit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] et al Kuntjara, “Penerapan Pencegahan dan Pengendalian Infeksi pada Unit ICU di Rumah Sakit Umum Sari Mutiara Medan Tahun 2019,” *J. Inf.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–16, 2019.
- [2] A. E. P. Yudha and E. Setiyowati, “Muallaf Center Design as an Implementation of Psychological and Economical Effect for Muallaf in Malaysia,” *J. Islam. Archit.*, vol. 4, no. 1, p. 37, 2016, doi: 10.18860/jia.v4i1.3466.
- [3] M. T. Student *et al.*, “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title,” *Front. Neurosci.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–13, 2021.
- [4] Kementrian Kesehatan RI, “UU no. 44 Tahun 2009 Tentang RS,” *Undang. Republik Indones.*, vol. 1, p. 41, 2009, [Online]. Available: <https://peraturan.go.id/common/dokumen/ln/2009/uu0442009.pdf>
- [5] Kemenkes RI, “Pedoman Teknis Prasarana Sistem Tata Udara Pada Bangunan Rumah Sakit (Bahasa Indonesia),” *Kementeri. Kesehat. - RI*, pp. 1–87, 2012.
- [6] R. Sukarno, N. Putra, I. Ibnu, and F. Fuad, “Jurnal Teknik Bangunan sistem HVAC ruang rumah sakit isolasi infeksi di udara Memanfaatkan heat,” vol. 35, no. November 2020, 2021.
- [7] Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan, *Seri Perencanaan Pedoman Teknis Ruang Isolasi*, vol. 1, no. 1. 2018.
- [8] “International Health Facility iHFG Your Country”.
- [9] A. Pramudhita, “Perancangan Sistem Tata Udara Pada Ruang Nicu Di Lantai 3 Rumah Sakit ‘X,’” *JTT (Jurnal Teknol. Ter.*, vol. 6, no. 2, pp. 125–135, 2020, doi: 10.31884/jtt.v6i2.272.
- [10] M. Dico *et al.*, “Penerapan Aspek Psikologi Pengguna Pada Perancangan Meja dan Kursi Makan di Pinisi Resto Situ Patenggang Application of User Psychology Aspects on The Design of Dining Table and Chair in Pinisi Resto Situ Patenggang (Case Study : Pinisi Resto Situ Pateng,” vol. 5, no. 3, pp. 3694–3701, 2018.
- [11] N. Fatmi, “Tekanan Udara Dalam Perspektif Sains Dan Al-Qur’an,” *Al-Madaris J. Pendidik. dan Stud. Keislam.*, vol. 1, no. 1, pp. 30–37, 2021, doi: 10.47887/amd.v1i1.6.
- [12] A. Selay *et al.*, “Karimah Tauhid, Volume 1 Nomor 6 (2022), e-ISSN 2963-590X,” *Karimah Tauhid*, vol. 1, no. 2963–590X, pp. 861–862, 2022.
- [13] Version, “5W Ultra small series power module 5M03/5M05/5M09/5M12,” 2018.
- [14] M. F. Ardiansyah, “Pengembangan Alat Pembuat Peta Konsentrasi Gas, Suhu, dan Kelembaban pada Pesawat Tanpa Awak,” p. 87, 2019, [Online]. Available: https://repository.its.ac.id/60812/%0Ahttps://repository.its.ac.id/60812/1/07111440007005-Undergraduate_Theses.pdf
- [15] Espressif, “ESP32 Series Datasheet,” *Espr. Syst.*, pp. 1–69, 2022, [Online]. Available: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf
- [16] Sarmidi and S. Ibnu, “Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno,” *J. Manaj. dan Tek. Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 181–190, 2018.
- [17] E. Adrin, W. Sanadi, and A. Achmad, “Pemanfaatan Realtime Database di Platform Firebase Pada Aplikasi E-Tourism Kabupaten Nabire,” vol. 22, no. 1, pp. 20–26, 2018, doi: 10.25042/jpe.052018.04.
- [18] M. R. Syarlisjisman, Sukarmin, and D. Wahyuningsih, “The development of e-modules using Kodular software with problem-based learning models in momentum and impulse material,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1796, no. 1, pp. 125–136, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1796/1/012078.

- [19] A. Abdullah, W. Nugraha, S. Sutiyo, R. F. Setiawan, M. I. D. Saputra, and R. P. Putra, "Learning Media Development: FireDroid Application Base on the Android System and Distance Learning," *J. Airt. Eng. Technol.*, vol. 2, no. 01, pp. 33–39, 2021, doi: 10.52989/jaet.v2i01.47.