

RANCANG BANGUN MONITORING DAN PENGATURAN SUASANA RUANG RAWAT INAP BERBASIS IOT

Oleh

Ahmad Danil Rizal Pahlefi Arif A¹, Akhmad Ahfas²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

E-mail: ¹ahmaddanilrizal@gmail.com , ²ahfas@umsida.ac.id

Article History:

Received: 03-05-2022

Revised: 27-05-2022

Accepted: 06-06-2022

Keywords:

DHT22, suhu, kelembaban,
ESP8266, RTC DS3231,
BH1750FVI

Abstrak. Ruang rawat inap merupakan aspek penting bagi kesembuhan pasien yang dirawat di rumah sakit. Rasa nyaman saat menjalani perawatan mampu mempercepat proses kesembuhan pasien. Suhu udara, kelembaban udara, serta udara sejuk saat pagi dan sore hari merupakan faktor kenyamanan pada ruang rawat inap. Berdasar Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 7 Tahun 2016 menetapkan standar mutu udara ruang rawat inap dengan suhu ruang 22-24°C dengan kelembaban 45-60%. Pada penelitian dibuat suatu sistem kontrol menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Sensor DHT22 digunakan untuk membaca nilai suhu dan kelembaban didalam ruang rawat inap sehingga mampu mengontrol proses pendinginan ruang dan sirkulasi udara secara otomatis. Dengan dukungan modul ESP8266 pengaturan ruangan dapat dikontrol secara manual melalui smartphone yang sudah disediakan. Jendela pada ruangan juga dapat terbuka secara otomatis sesuai waktu yang diatur dengan modul Real Time Clock (RTC) DS3231 dan dapat pula di kontrol secara manual dari smartphone dengan motor servo yang terhubung dengan sistem. Sistem dilengkapi juga dengan sensor BH1750FVI sebagai sensor intensitas cahaya untuk mengatur intensitas cahaya pada ruangan. Hasil pembacaan suhu, kelembaban serta intensitas cahaya dapat dilihat pada tampilan smartphone menggunakan aplikasi MIT APP Inventor dan juga Liquid Crystal Display pada sistem.

PENDAHULUAN

Rumah Sakit merupakan suatu institusi penyelenggara pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna dengan menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, serta pelayanan gawat darurat. Ruangirawat inap sendiri harus berada pada lokasi yang tenang,

aman, serta nyaman [1, 2]. Kenyamanan pada ruang rawat inap juga dipengaruhi oleh udara sejuk. Penghawaan yang bagus dapat memberikan udara sejuk bagi pernafasan juga metabolisme tubuh, hingga tidak dibutuhkan energi yang banyak untuk adaptasi dengan perbedaan suhu ruang [3, 4].

Kenyamanan ruang rawat inap juga dipengaruhi oleh tingkat pencahayaan pada ruang tersebut. Untuk mendapatkan kualitas pencahayaan yang optimal harus memperhatikan warna dinding, warna lantai, serta warna perabot menggunakan warna yang lebih cerah [5]. Kualitas pencahayaan yang baik, tidak hanya memperhatikan kenyamanan, melainkan harus memperhatikan standar yang ada, yakni SNI03-6575-2001 tentang tata cara perancangan sistem cahaya pada bangunan gedung [6].

Berdasar paparan diatas serta berdasar pengalaman saat menjalanirawat inap di sebuah rumah sakit pada ruangan yang ber AC, pasien mengalami kedinginan yang tiba-tiba sementara suhu ruangan tidak kunjung naik meskipun AC sudah dalam keadaan mati, maka akan dibuat alat "Rancang Bangun Monitoring dan Pengaturan Suasana Ruang Rawat Inap Berbasis IoT". Alat ini digunakan untuk mendapatkan pengaturan suasana dalam ruang rawat inap yang nyaman. Alat ini nantinya dapat mengatur suhu ruangan dengan mengatur sirkulasi udara dalam ruangan, mengontrol cahaya buatan dalam ruangan, mengontrol jendela agar mendapat cahaya alami dari luar ruangan secara otomatis dan manual yang dapat di operasikan melalui smartphone Android.

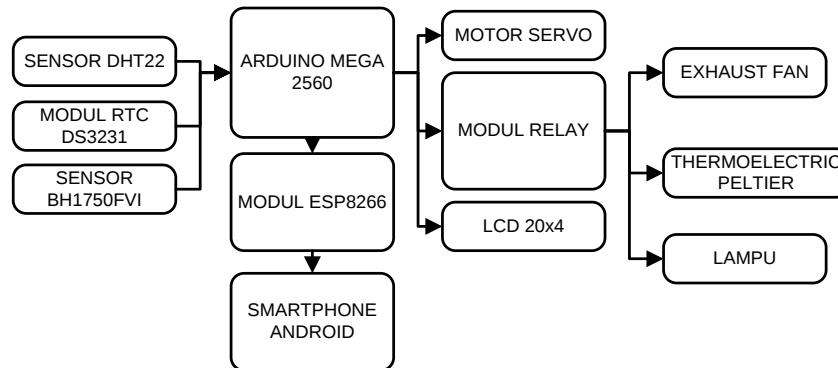
METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan sensor BH1750FVI, sensor DHT22, serta RTC DS3231 sebagai inputan data, kemudian data diproses oleh Arduino Mega 2560. Hasil pemrosesan data ditampilkan pada LCD 20x4 serta dapat ditampilkan dan di kontrol menggunakan *smartphone*.

Sensor cahaya BH1750FVI merupakan IC sensor digital cahaya sekitar yang dilengkapi antarmuka I2C. Sensor ini dapat digunakan untuk mendapatkan data cahaya karena mempunyai jangkauan yang luas serta mempunyai range pengukuran intensitas cahaya 1-65535 lux [7, 8]. Sensor DHT22 merupakan sensor pengukur suhu dan kelembaban. Sensor DHT22 mengeluarkan output sinyal digital yang perlu di kalibrasi. Sensor DHT22 menggunakan teknik akuisisi sinyal digital eksklusif serta teknologi pengindraan suhu dan kelembaban, dapat dipastikan mempunyai keandalan yang tinggi serta stabil dalam waktu lama. Elemen-elemen dari DHT22 dilakukan kalibrasi yang ketat di laboratorium untuk mendapat keakuratan pengukuran. Nilai dari kalibrasi disimpan dalam memori OTP sebagai program yang digunakan untuk memproses pendeteksian sinyal internal sensor [9, 10]. Modul RTC DS3231 merupakan jam waktu nyata dengan biaya rendah serta keakuratan tinggi yang dapat mempertahankan jam, menit, detik dan memberikan informasi mengenai hari, bulan, maupun tahun. Modul RTC DS3231 mempunyai kompensasi otomatis untuk tahun-tahun kabisat dan bulan-bulan yang kurang dari 31 hari [11, 12]

A. Perancangan Sistem

Rancang Bangun Monitoring dan pengaturan suasana ruang rawat inap terintegrasi IOT meliputi perancangan hardware dan perancangan software. Gambaran umum dari keseluruhan sistem ditunjukkan pada Gambar 1.

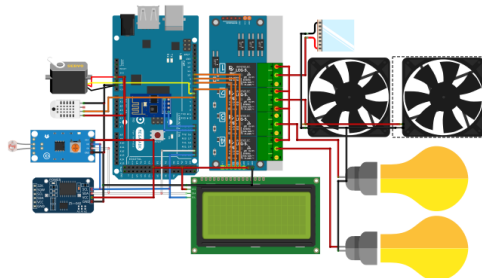


Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Berikut adalah penjelasan dari diagram blok sistem Gambar 1:

- 1) Input data pembacaan modul *Real Time Clock* (RTC) DS3132 untuk menyimpan waktu berupa tanggal dan jam, Sensor DHT 11 untuk suhu dan kelembababan, serta sensor BH1750FVI sebagai inputan sensor intensitas cahaya. Modul RTC, Sensor DHT22, dan sensor BH1750FVI dikirimkan pada *board* mikrokontroler Arduino Mega 2560 untuk diproses datanya. Data yang diproses dikirim menuju *smartphone* oleh modul ESP8266, proses ini berpengaruh terhadap output penggerak, yaitu *Exhaust Fan*, Peltier, lampu ruangan, serta motor servo yang sesuai dengan instruksi pada mikrokontroler.
- 2) Hasil yang diharapkan adalah sistem bekerja sesuai permintaan yang secara otomatis dan manual. Sistem bekerja secara otomatis yang sistem kerjanya adalah pembacaan sensor DHT22 menjaga suhu dan kelembaban sesuai dengan set point yang ada. Apabila suhu kurang dari set point peltier akan bekerja secara otomatis, kedua exhaust fan berhenti bekerja sehingga suhu udara akan kembali ke set point yang sudah ditetapkan. Exhaust fan bekerja secara otomatis pada waktu yang sudah ditetapkan pada set point untuk menghasilkan sirkulasi udara pada ruang rawat inap, begitu pula dengan lampu penerangan dan motor servo pada ruangan akan otomatis padam atau bekerja pada set point tertentu.
- 3) Sistem dapat bekerja secara manual apabila pasien memilih tombol manual pada layar *smartphone*. Pasien dapat menyalakan atau mematikan pendingin ruangan, membuka atau menutup jendela, menyalakan atau mematikan lampu, serta menginginkan sirkulasi udara sesuai keinginan pasien. Mode manual akan secara otomatis mematikan set point yang sudah diatur sebelumnya pada mode auto.

B. Perancangan Hardware



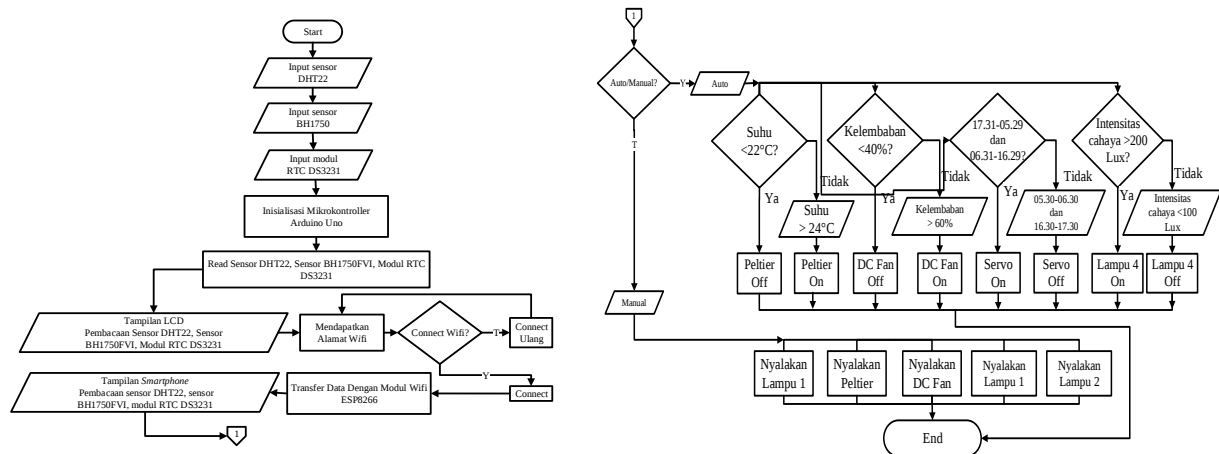
Gambar 2. Gambar Rangkaian

Gambar 2 merupakan rangkaian keseluruhan sistem yang didapat dari sensor DHT11, modul RTC DS3231, dan sensor BH1750FVI kemudian diproses mikrokontroler Arduino Mega 2560. Proses ini berpengaruh pada output penggeraknya, yaitu fan, lampu, serta peltier

yang terhubung dengan modul relay. Data hasil proses juga dikirimkan menuju smartphone melalui modul ESP8266, sehingga selain dapat di monitoring pembacaan datanya melalui layar LCD [13] dapat pula di kontrol melalui smartphone yang sudah terhubung.

C. Perancangan Software

Untuk menggambarkan rincian kerja sistem Rancang Bangun Monitoring dan pengaturan suasana ruang rawat inap terintegrasi IOT, maka dibuat *flowchart* yang akan ditunjukkan pada Gambar 3 dibawah:

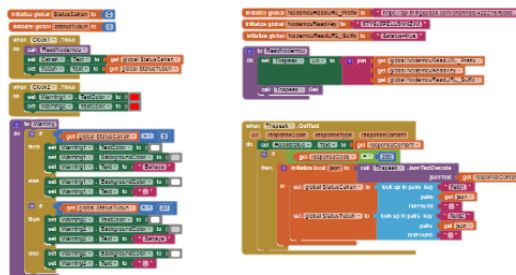


Gambar 3. *Flowchart* Sistem

- 1) Start
Langkah awal dalam pengoperasian alat Monitoring dan pengaturan suasana ruang rawat inap terintegrasi IoT dengan diberi *supply* tegangan *input* pada mikro kontroler beserta rangkaian pendukung untuk memulai proses awal.
- 2) Input sensor DHT22, input sensor BH1750FVI, Input modul RTC DS3231
Input sensor DHT22 sebagai pembacaan suhu dan kelembaban pada sistem, Input sensor BH1750FVI sebagai pembacaan sensor intensitas cahaya pada sistem, Input modul RTC DS3231 sebagai pencatat waktu dan juga *timer* pada sistem
- 3) Inisialisasi Mikrokontroler Arduino Mega 2560
Proses ini menjelaskan bahwa inputan dari sensor di proses dalam mikrokontroler Arduino Mega 2560
- 4) Read sensor DHT22, sensor BH1750FVI, modul RTC DS3231
Proses ini menjelaskan ketika mikrokontroler menerima data *input* dari sensor DHT22, sensor BH1750FVI, dan modul RTC DS3231
- 5) Tampilan hasil pembacaan sensor pada LCD
Proses ini menjelaskan hasil pembacaan *inputan* yang sudah di proses mikrokontroler dalam bentuk tampilan LCD pada sistem
- 6) Mendapatkan Alamat *Wifi*
Sistem dan secara otomatis mendeteksi jaringan *Wifi* yang sudah di program ke dalam system
- 7) Connect *Wifi*
Proses ini menjelaskan bahwa system butuh terkoneksi dengan *wifi* untuk dapat dijalankan. Jika system belum terkoneksi dengan *wifi* system secara otomatis akan *connect* ulang. Apabila Sistem sudah *connect wifi* maka system dapat dijalankan

- 8) Transfer data dengan modul ESP8266
Proses ini terjadi ketika setelah mikrokontroler selesai melakukan pembacaan semua data yang diterima. Setelah itu mengirim hasil analisa data dan melakukan perintah sesuai program pada mikrokontroler
- 9) Tampilan *Smartphone*
Pada proses ini sistem menampilkan hasil pembacaan sensor ke layar *smartphone* yang telah terhubung dengan *wifi* serta sudah terhubung dengan sistem
- 10) Auto/Manual
Pilihan Auto/Manual ditampilkan pada layer *smartphone* yang sudah terhubung dengan system sehingga ruang rawat inap dapat dikontrol melalui *smartphone* tersebut
- 11) Sistem berjalan secara Auto
Proses ini mengontrol sistem secara otomatis. Ketika kontrol berjalan otomatis maka peltier akan off ketika suhu $<22^{\circ}\text{C}$ dan on Ketika suhu $>24^{\circ}\text{C}$. DC fan akan off Ketika kelembaban $<40\%$ dan akan on Ketika kelembaban $>60\%$. Motor servo akan off pada pukul 17.31-05.29 dan 06.31-16.29 kemudian akan off pada pukul 05.30-06.30 dan 16.30-17.30. Lampu 4 akan off Ketika intensitas cahaya >200 lux dan akan on ketika intensitas cahaya <100 lux.
- 12) Manual
Proses ini dipilih dari *smartphone* untuk dapat mengontrol sistem secara manual. Yang dapat di kontrol secara manual adalah menyalakan atau mematikan peltier sebagai sistem pendingin, menyalakan atau mematikan DC fan sebagai sistem sirkulasi udara, menyalakan atau mematikan motor servo sebagai sistem buka tutup jendela, dan menyalakan atau mematikan lampu 4 sebagai sistem penerangan tambahan.
- 13) End
Pada proses ini pembacaan sensor serta sistem telah sesuai dan kinerja beberapa perangkat mekanik telah sesuai perintah mikrokontroler, maka dalam satu siklus sistem telah berjalan dengan baik.

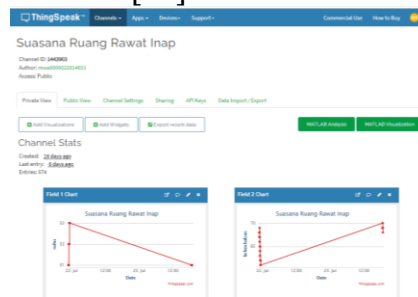
Dalam pembuatan kontrol monitoring dan pengaturan suasana ruang ruang rawat inap berbasis IoT dibutuhkan *Software* MIT APP Inventor yang diakses melalui internet. MIT AppInventoriialah aplikasi dari web sumber terbuka yang dikelola oleh salah satu institusi di Amerika Serikat yaitu Massachussetts Institute of Technology. MIT App Invertor digunakan dalam pembuatan sketch program yang kemudian hasil dari sketch tersebut dapat digunakan pada *smartphone* Android [14].



Gambar 4. MIT App Inventor

MIT App Inventor tidak bisa berdiri sendiri untuk melakukan komunikasi dengan

smartphone, maka diperlukan *web server* yang merupakan platform pendukung *Internet of Things*, dalam penelitian digunakan *web server* Thingspeak. Thingspeak merupakan salah satu platform pendukung sistem *Internet of Things* yang bisa digunakan dengan bebas untuk menampilkan chart suatu peralatan yang digunakan. Thingspeak saat bekerja mengirimkan data dalam sekali siklus memerlukan data sebesar 15 kb yang membuat tepat diterapkan pada modul Arduino. Dalam proses terjadinya komunikasi pengiriman data pada modul mikrokontroler menuju *web server* thingspeak membutuhkan jaringan internet atau Wifi. Data yang direkam dan ditampilkan pada *web server* berupa grafik yang prosesnya berjalan secara kontinyu sesuai kondisi hardware [15].



Gambar 5. Tampilan Web Server Thingspeak

III. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini dijelaskan mengenai pengujian serta analisa pada sistem. Pengujian dilakukan untuk mengetahui bahwa system berjalan sesuai yang direncanakan.

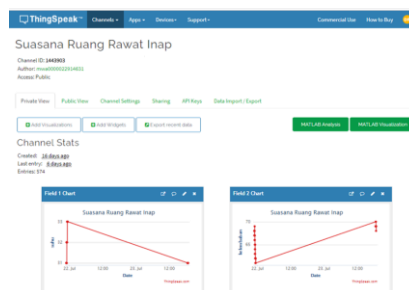
A. Pengujian Software

Tahap pengujian software dilakukan pada aplikasi MIT App Inventor pada *smartphone* dan *web server* Thingspeak. Aplikasi MIT App Inventor pada *smartphone* berfungsi sebagai tampilan antar muka yang menampilkan kondisi sistem dari hasil pembacaan sensor suhu, kelembaban, intensitas cahaya,, serta pengaturan auto dan manual sistem sehingga memudahkan pengaturannya.



Gambar 6. Tampilan antar muka Aplikasi MIT App Inventor pada *smartphone*

Gambar 6 diatas merupakan tampilan sistem secara *real time* yang menampilkan keadaan sensor-sensor pada sistem. Data yang terbaca pada *smartphone* juga tersimpan pada *web server* Thingspeak hal tersebut menunjukkan telah terintegrasi dengan *board* Arduino Mega 2560 serta aplikasi MIT App Inventor pada *smartphone*. Tampilan pembacaan data pada *Web Server* Thingspeak dittunjukkan Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Pembacaan Data Web Server Thingspeak

B. Pengujian Sensor DHT22

Pengujian sensor DHT22 dilakukan agar mendapat data pembacaan sensor, seberapa akurat sensor DHT22 tersebut terhadap rancang bangun ruang rawat inap dengan suhu dan kelembaban yang tidak tetap. Pengujian sensor DHT22 dilakukan agar mendapat data pembacaan sensor, seberapa akurat sensor DHT22 tersebut terhadap rancang bangun ruang rawat inap dengan suhu dan kelembaban yang tidak tetap.

Tabel 1. Pengujian Suhu Sensor DHT22

No.	Range waktu	Suhu Termometer Humidity Digital (°C)	Suhu sensor DHT22 (°C)	Standart Deviasi	
				Suhu Termometer Humidity Digital (°C)	Suhu sensor DHT22 (°C)
1	5 menit	31.5	30.8	0.9093	0.8814
2	5 menit	30.3	30.1		
3	5 menit	31.5	31.4		
4	5 menit	29.4	29.3		
5	5 menit	30.2	29.5		
Rata-rata		30.58	30.22		

Tabel 2. Pengujian Kelembaban Sensor DHT22

No.	Range waktu	Kelembaban Termometer Humidity Digital (%)	Kelembaban sensor DHT22 (%)	Standart Deviasi	
				Kelembaban Termometer Humidity Digital (%)	Kelembaban sensor DHT22 (%)
1	5 menit	62	61	0.5477	0.8366
2	5 menit	63	62		
3	5 menit	63	62		
4	5 menit	62	61		
5	5 menit	63	63		
Rata-rata		62.6	61.8		

Tabel 1 dan Tabel 2 diatas merupakan tabel uji coba sensor DHT22 yang dilakukan lima kali selama lima menit sekali untuk uji coba keakuratan pembacaan nilai sensor suhu dan kelembaban. Nilai rata-rata pada pengujian Suhu adalah 30.58 untuk Thermometer digital dan 30.22 untuk sensor DHT22, sedangkan standar deviasinya 0.9093 untuk Thermometer digital dan 0.8814 untuk sensor DHT22

C. Pengujian Sensor BH1750FVI

Pengujian sensor BH1750FVI dilakukan agar mendapat data pembacaan sensor, seberapa akurat sensor BH1750FVI tersebut terhadap rancang bangun ruang rawat inap dengan intensitas cahaya yang tidak tetap.

Tabel 3. Pengujian Intensitas Cahaya Sensor BH1750FVI

No.	Range waktu	Intensitas Cahaya sensor Lux meter digital (lux)	Intensitas Cahaya sensor BH1750FVI (lux)	Standart Deviasi	
				Intensitas Cahaya sensor Lux meter digital (lux)	Intensitas Cahaya sensor BH1750FVI (lux)
1	5 menit	200	202	0.8944	0.8366
2	5 menit	201	202		
3	5 menit	200	201		
4	5 menit	202	201		
5	5 menit	200	200		
Rata-rata		200.6	201.2		

Tabel 3 diatas merupakan tabel uji coba sensor BH1750FVI dengan light meter digital yang dilakukan lima kali selama lima menit sekali untuk uji coba keakuratan pembacaan nilai sensor intensitas cahaya. Dari hasil pengukuran didapat standar deviasinya 0.8944 untuk light meter digital dan 0.8366 untuk sensor BH1750FVI. Rata-rata yang didapat adalah 200.6 lux untuk light meter digital dan 201.2 lux untuk sensor BH1750FVI. Dari data pengukuran dapat ditarik kesimpulan bahwa light meter digital dan sensor BH1750FVI stabil.

D. Pengujian Modul RTC DS3231

Pengujian modul RTC DS3231 ditujukan untuk mendapat keakuratan waktu pada alat agar dapat bekerja sesuai perintah yang diinginkan.

Tabel 4. Pengujian keakuratan waktu modul RTC DS3231

No.	Pengujian Ke-	Waktu pada Smartphone	Waktu pada modul RTC DS3231
1	1	23.35	23.35
2	2	23.40	23.40
3	3	23.45	23.45
4	4	23.50	23.50
5	5	00.00	00.00

Tabel 4 diatas merupakan tabel uji coba RTCDS3231 dilakukan lima kali selama lima menit sekali untuk uji coba keakuratan pembacaan RTCDS3231. Dari hasil uji coba tidak ada selisih waktu antara RTCDS3231 dengan waktu sesungguhnya pada *smartphone*.

E. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian otomatis keseluruhan sensor+ ditujukan apakah sistem dapat bekerja sesuai perintah dari masukan yang didapat dari data pengambilan sensor.

Tabel 5. Pengujian keseluruhan Sistem mode Auto

No.		Kondisi Alat	Keterangan	Kondisi Sebenarnya
1.	DHT22	Suhu >24 °C	Peltier ON	Peltier ON
2.	DHT22	Suhu <22 °C	Peltier OFF	Peltier OFF

3.	DHT22	Kelembaban <40%	DC fan OFF	DC fan OFF
4.	DHT22	Kelembaban >60%	DC fan ON	DC fan ON
5.	BH1750FVI	Intensitas Cahaya >200 lux	Lampu 4 OFF	Lampu 4 OFF
6.	BH1750FVI	Intensitas Cahaya <100 lux	Lampu 4 ON	Lampu 4 ON
7.	RTC DS3231	17.31-05.29 dan 06.31-16.29	Servo OFF	Servo OFF
8.	RTC DS3231	05.30-06.30 dan 16.30-17.30	Sensor	Servo ON

Tabel 5 diatas merupakan tabel uji coba keseluruhan sistem apakah sistem dapat bekerja sesuai yang diinginkan untuk menunjukkan keakuratan alat rancang bangun monitoring pengaturan suasana ruang rawat inap berbasis IOT. Dari hasil pengujian menunjukkan semua perintah telah berjalan sesuai dengan program pada sistem.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa serta pengujian yang dilakukan terhadap alat monitoring dan pengaturan suasana rawat inap berbasis Iot didapat hasil dan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Sensor DHT22 yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban berfungsi dengan baik, hal tersebut dapat diketahui dari standar deviasidari lima kali pengujian selama lima menit untuk sekali pengujian 0.8814 untuk pengukuran suhu, serta 0.8366 untuk pengukuran kelembaban.
- 2) Sensor BH1750FVI yang digunakan sebagai pengukur intensitas cahaya terbukti akurat yang dibuktikan dengan standar deviasinya, yaitu 0.8366 pada lima kali percobaan dengan pengujian selama lima menit.
- 3) Modul RTC DS3231 yang digunakan untuk mencatat waktu terbukti sangat akurat tanpa selisih waktu dengan waktu sesungguhnya pada smartphone.
- 4) Web server Thingspeak sangat membantu dalam membantu menampung database yang kemudian ditampilkan pada smartphone dengan media aplikasi Android MIT App Inventor AI2 Companion. Selain itu data yang dicatat pada web server Thingspeak juga mudah di unduh untuk dijadikan laporan pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. K. R. Indonesia, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2016 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan Dan Prasarana Rumah Sakit, Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2016.
- [2] P. R. Indonesia, Undang-ndang Republik Indonesia Nomor 44, Jakarta, 2009.
- [3] A. Santosa, "Penghawaan Pada Sistem Interior Rumah Sakit: Studi Kasis Ruang Rawat Inap Utama Gedung Lukas, Rumah Sakit Panti Rapih, Yogyakarta," *Dimensi Interior*, vol. 5, no. 2, pp. 90-97, Desember, 2007.
- [4] J. F. Pile, Interior Design, New Jersey: Prentice Hail, 2003.
- [5] I. P. S. Hedy C. Indrani, "Desain Pencahayaan Ruang Rawat Inap Kelas Atas Rs. Darmo Dan St. Vincentius A. Paulo Surabaya," *Dimensi Interior*, Vol. 7, no. 1, pp. 16-27, 2009.
- [6] S. J. K. Alifa Samir, "Kualitas Pencahayaan Buatan Pada Ruang Rawat Inap Di Rumah Sakit (Studi Kasus RSUP Prof. Dr. R.D. Kandou Manado)," *Jurnal Arsitektur DASENG UNSRAT Manado*, vol. 6, no. 1, 2016.

-
- [7] "ROHM SEMICONDUCTOR," April 2010. [Online]. Available: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/350139/ROHM/BH1750FVI.html>. [Accessed 21 Februari 2021].
- [8] ROHM Semiconductor, "Digital 16bit Serial Output Type Ambient Light Sensor IC," ROHM Co., Ltd. All rights reserved, Kyoto, 2011.
- [9] M. Electronics, "Mouser Electronics," OSEPP Electronics, 14 Maret 1983. [Online]. Available: <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>. [Accessed 02 januari 2021].
- [10] Y. Setiaka, "Monitoring Dan Pengontrolan Water Cooling Tower Berbasis Android," *Skripsi Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo*, 2020.
- [11] Underwriters Laboratories is a registered certification mark of Underwriters Laboratories Inc., "Maxim Integrated," [Online]. Available: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS3231.pdf>. [Accessed 23 Maret 2021].
- [12] Maxim Integrated, "Extremely Accurate I2C-Integrated RTC/TCXO/Crystal," Underwriters Laboratories Inc., San Jose, California, 2015.
- [13] arm MBED, "TextLCD Enhanced," Arm Limited , April 2014. [Online]. Available: <https://os.mbed.com/users/wim/notebook/textlcd-enhanced/>. [Accessed 23 Maret 2021].
- [14] S. K. M. O. V. & Z. N. Papadakis, "The appropriateness of scratch and app inventor as educational environments for teaching introductory programming in primary and secondary education," *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, vol. 12(4), no. <https://doi.org/10.4018/IJWLTT.2017100106>, p. 58–77, 2017.
- [15] J. K. a. D. R. Kishore, "Web Based Monitoring of Solar Power Plant Using Open Source IOT Platform Thingspeak and Arduino," *International Journal for Modern Trends in Science and Technology*, vol. 03, p. 04, 2017.