

Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Suhu Ruangan Berbasis Internet of Things

Helfy Susilawati¹, Adira Nur Andiyani², dan Sifa Nurpadillah³
^{1,2,3} Universitas Garut

Jl. Terusan I No.13, Langensari, Kec. Tarogong Kaler, Kabupaten Garut, Jawa Barat 44151
e-mail: helfy.susilawati@uniga.ac.i

Abstrak— Sistem monitoring dan kendali suhu ruangan pada industri farmasi merupakan aspek penting dalam proses produksi dan penyimpanan bahan baku serta produk farmasi. Dengan menerapkan sistem berbasis teknologi maka dapat memudahkan user dalam pemantauan dan pengendalian suhu ruangan. Penelitian ini merancang sebuah sistem monitoring dan kendali suhu ruangan di perusahaan yang memproduksi jamu. Sistem ini dirancang dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, servo SG90 sebagai penekan tombol pada remote AC Sentral, serta pemanfaatan website sebagai interface untuk monitoring dan pengendalian suhu. Ketika suhu ruangan tidak sesuai dengan suhu referensi, maka user dapat memberikan perintah pada alat mekanik pengendali untuk mengubah suhu pada remote AC Sentral dengan menggunakan kontrol pada website. Berdasarkan hasil pengujian, pembacaan dari ketiga sensor DHT11 masih dalam batas toleransi yaitu dengan masing-masing rata-rata error pembacaan suhu sebesar 0.71%, 0.51%, dan 1.32%

Kata kunci: AC Sentral, DHT11, ESP8266, kendali suhu, monitoring suhu

Abstract— Room temperature monitoring and control system in the pharmaceutical industry is an important aspect in the process of production and storage of pharmaceutical products. Implementing a technology-based system, it can facilitate users in monitoring and controlling room temperature. This study designed a system of monitoring and control of room temperature in herbal medicine company. This system is designed by using microcontroller NodeMCU ESP8266, DHT11 as a temperature detector, SG90 servo as a button pusher on the remote central AC, and website utilization as interface for monitoring and controlling room. When the room temperature doesn't match the reference, then the user can give the command to the mechanical controller to change the temperature on the remote using the controls on the website. Based on the test results, the readings of the three DHT11 sensors are still within tolerance limits, with each average temperature reading error of 0.71%, 0.51%, and 1.32%

Keywords: Central AC, DHT11, ESP8266, temperature control, temperature monitoring.

I. PENDAHULUAN

Produksi obat merupakan serangkaian kegiatan yang dimulai dari menyiapkan sampai dengan mengubah bentuk bahan baku farmasi dan alat kesehatan [1]. Penyimpanan bahan baku dan proses produksi harus sangat diperhatikan agar mutu produk agar tetap memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Suhu merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi mempengaruhi kondisi ruang produksi dan penyimpanan di industri farmasi [2]. Berdasarkan CPOTB (Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik) suhu ruangan harus tepat agar tidak mengakibatkan dampak merugikan baik secara langsung maupun tidak terhadap obat tradisional [3]. Ketika obat berada dalam ruangan yang kondisi suhunya tidak terkendali maka akan menyebabkan menurunnya kualitas obat sehingga obat tidak lagi efektif untuk dikonsumsi. Oleh karena itu, proses monitoring dan pengendalian suhu ruangan merupakan aspek penting untuk dilakukan di industri farmasi.

Pengendalian suhu ruangan dapat dilakukan dengan menggunakan *air conditioner* (AC), baik itu AC split maupun AC sentral. AC sentral umumnya diperuntukan pada bangunan yang tidak memiliki pengaturan suhu sendiri-sendiri. Semua dikendalikan pada satu titik dan disalurkan menggunakan pipa-pipa ke setiap ruangan. PT Berkah Alam Nusantara (BAN) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang Industri Ekstrak Bahan Alam (IEBA), yaitu industri yang khusus membuat sediaan bentuk ekstrak sebagai produk akhir. Area produksi dan lab mikrobiologi di PT BAN didesain memiliki sistem tata udara yang dilengkapi dengan AC Sentral.

Berdasarkan observasi awal, area produksi dan lab mikrobiologi di PT BAN memerlukan suatu monitoring suhu ruangan karena area tersebut harus berada pada suhu 23°C-25°C dengan suhu stabil sebesar 24°C. Namun sistem monitoring di PT BAN masih dilakukan secara manual yaitu dengan menggunakan *thermohygrometer* sebagai

pengukurannya. Remote AC central juga tidak digunakan secara mobile, akan tetapi ditempel didinding dengan sistem push button. Sehingga pada saat pengecekan kondisi ruangan, kemudian suhu tidak sesuai dengan referensi maka remote AC akan ditekan secara manual. Ketika suhu tidak sesuai dengan suhu referensi maka *user* harus melakukan pengaturan pada *remote AC* sentral yang disimpan pada ruang kontrol. Oleh karena itu, perlu adanya sistem monitoring dan pengendalian suhu ruangan yang praktis, efisien, dan dapat dimonitor dari jarak jauh.

Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan memanfaatkan teknologi *internet of things* (IoT). IoT merupakan suatu jaringan yang menghubungkan berbagai perangkat dengan menggunakan internet, sehingga perangkat dapat saling bertukar informasi. Perangkat-perangkat yang terintegrasi dengan IoT dapat saling mentransfer data dan melakukan *remote control* pada perangkat [4].

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Sardjito Sasono dkk yang melakukan penelitian mengenai IoT *smart health* untuk monitoring dan kontrol suhu dan kelembaban ruang penyimpanan obat berbasis android di rumah sakit umum pusat Dr. Sardjito Yogyakarta [5]. Pada penelitian ini suhu dikontrol melalui remote AC yang sebelumnya sudah diintegrasikan dengan mikrocontroller. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Silalahi dkk mengenai implementasi *internet of things* (IoT) dalam monitoring suhu dan kelembaban ruang produksi obat non steril menggunakan arduino berbasis web [6]. Pada penelitian ini dilakukan pengontrolan suhu dengan menggunakan DC fan apabila suhu diatas 27°C. Penelitian lainnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Akbar dan Sugeng mengenai implementasi sistem monitoring suhu dan kelembaban ruang penyimpanan obat berbasis *internet of things* (IoT) di puskesmas kecamatan taman sari jakarta barat [7]. Pada penelitian ini dilakukan monitoring suhu dan kelembaban tanpa adanya kontrolling suhu atau kelembaban.

Pengendalian suhu dan kelembaban seperti yang dilakukan penelitian sebelumnya tidak dapat dilakukan di PT. Berkah Alam Nusantara (PT.BAN), dikarenakan PT.BAN menggunakan AC central untuk penontrolan suhu dan dikarenakan remote AC yang dipasang pada dinding. Maka diperlukan penelitian untuk monitoring suhu dan kelembaban dengan menggunakan sensor DHT11 dan ESP8266 sebagai mikrocontroller dengan tetap dapat mengontrol suhu ruangan berdasarkan perintah yang diberikan pada remote AC. Penelitian ini menggunakan sensor DHT 11. DHT11 merupakan sensor Suhu dan Kelembaban udara, yang mana keluaran sinyal digital kemudian dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban [8]. Penggunaan DHT11 juga dapat digunakan untuk berbagai ruangan, seperti pada penelitian M Irsyad Hakiki ddk yang menggunakan DHT11 untuk melakukan monitoring suhu dan kelembaban di ruang data center [9]. DHT11 juga digunakan untuk inkubator penetasan telur ayam [10]. Mikrocontroller yang digunakan adalah ESP8266 yang akan digunakan untuk pembacaan sensor dan untuk pengiriman data ke website. ESP8266 memiliki kemampuan pemrosesan on-board yang kuat dan penyimpanan yang memadai yang memungkinkannya untuk diintegrasikan dimana ESP8266 juga memiliki fitur yang tinggi yang

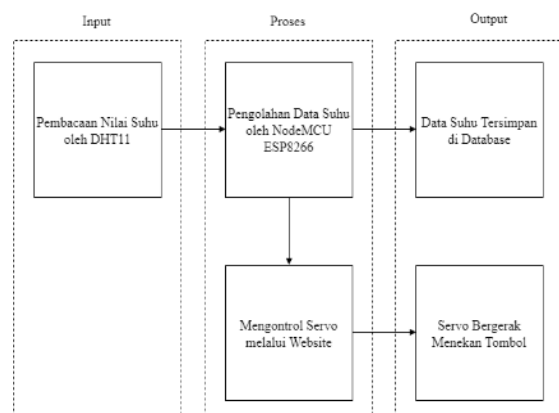
membuatnya menjadi modul yang ideal untuk Internet Of Things (IoT) [11]. ESP8266 juga dapat digunakan untuk sistem otomatisasi rumah [12]. Penggunaan ESP8266 banyak digunakan untuk proses pengiriman data yang menggunakan internet, diantaranya adalah penelitian untuk monitoring kebocoran gas [13], pemantauan parameter cuaca [14], dan untuk monitoring dan kontroling alat elektronika jarak jauh[15].

Monitoring suhu dan kelembaban pada penelitian yang dilakukan dilakukan melalui website yang dirancang. Website yang dirancang dapat meunjukkan suhu pada setiap ruangan, kemudian dapat mengendalikan suhu yang terdapat pada ruangan inkubasi. Sebagai back up data suhu dan kelembaban saat tidak ada internet atau internet terganggu, maka data akan disimpan dalam SD Card.

II. METODE

A. Blok Diagram

Sistem monitoring dan kendali suhu ruangan berbasis *internet of things* ini terdiri dari tiga bagian, diantaranya yaitu *input*, *proses*, dan *output*, seperti yang terlihat pada gambar 1:



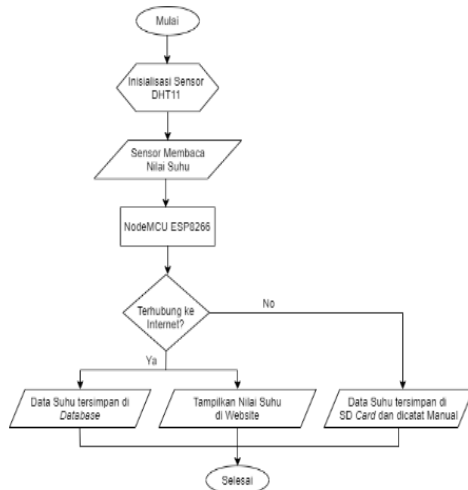
Gambar 1. Blok Diagram

Masing-masing tahapan tersebut saling berkaitan satu sama lain sesuai dengan tujuan dirancangnya alat ini. Pada bagian input merupakan proses pembacaan suhu ruangan yang dilakukan oleh sensor DHT11. Kemudian data suhu tersebut akan diproses dan diolah oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan menghasilkan keluaran (*output*) berupa data tersimpan pada *database*. Ketika suhu tidak sesuai dengan referensi maka *user* dapat mengontrol servo pada alat mekanik pengendali menggunakan *website*, setelah itu maka servo akan bergerak menekan tombol pada *remote control* AC sentral untuk mengubah suhu ruangan sesuai dengan perintah yang diberikan.

B. Flowchart Sistem

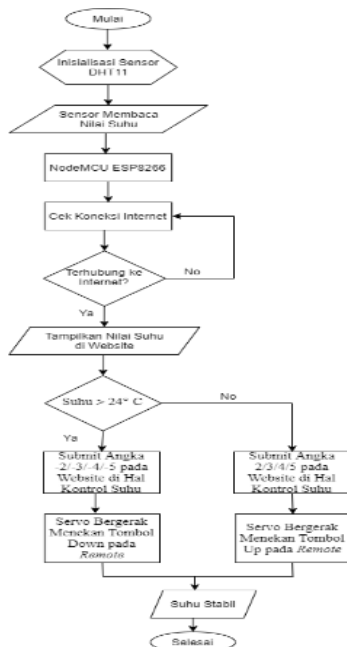
Flowchart merupakan gambaran dari suatu program yang menyatakan alur program dalam menyelesaikan suatu masalah. Gambar 2 menjelaskan mengenai cara kerja sistem monitoring dari alat yang dirancang. Sistem ini dimulai dengan pembacaan suhu oleh DHT11 yang kemudian data tersebut akan diolah oleh NodeMCU ESP8266. Ketika alat terhubung dengan internet maka data akan tersimpan di dalam *database*, kemudian data tersebut ditampilkan pada

website. Namun apabila alat tidak terhubung dengan internet maka data akan tersimpan pada *SD card* dan memerlukan pencatatan manual.



Gambar 2. Flowchart Monitoring

Gambar 3 menjelaskan mengenai cara kerja dari sistem kontrol pada alat yang dirancang. Sistem kontrol ini dapat dilakukan jika alat terhubung dengan internet. Ketika suhu tidak sesuai dengan suhu yang diinginkan maka *user* dapat mengontrol alat mekanik pengendali (*servo*) agar dapat mengendalikan suhu tersebut dengan menggunakan halaman kontrol pada *website*.

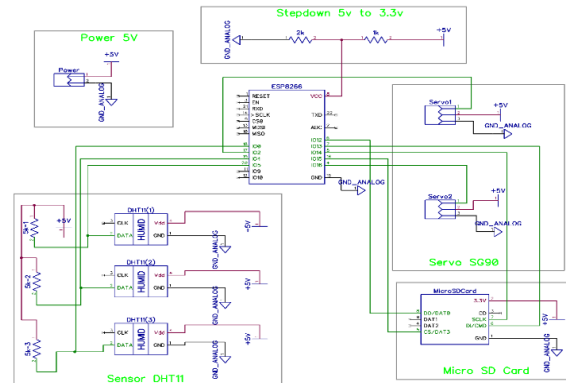


Gambar 3. Flowchart Controlling

C. Perancangan Hardware

Pada penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler serta sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban. Pada pengendalian suhu menggunakan alat mekanik pengendali *remote controll* AC sentral yang digerakan oleh servo SG90 sebagai penekan tombol pada *remote*. Ketika mikrokontroler terhubung dengan internet maka data akan disimpan pada *database* dan pengendalian dapat dilakukan namun apabila tidak terhubung dengan internet maka data suhu akan disimpan

pada *micro SD card*. Gambar 4 menunjukkan rangkaian antara NodeMCU ESP8266, DHT11, servo SG90, dan *module micro SD card*.

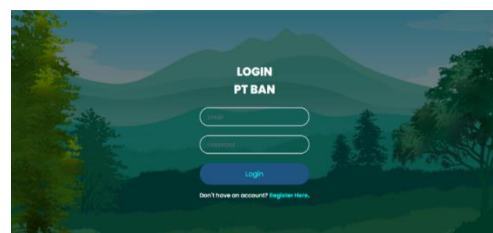


Gambar 4. Skematik Rangkaian

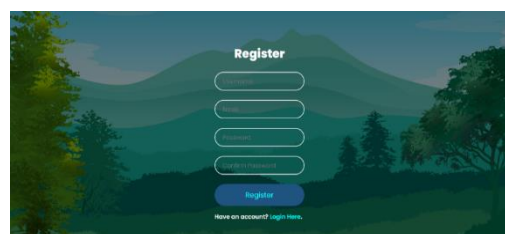
D. Perancangan Website

Sensor DHT11 dikonfigurasi dengan program sehingga sensor dapat bekerja membaca suhu dan kelembaban ruangan. Sensor dihubungkan dengan mikrokontroler ESP8266 agar data dapat diolah dan ketika mikrokontroler terkoneksi internet data akan dikirimkan ke *database* MYSQL. *Database* digunakan sebagai penerima dan pengirim data dari dan ke mikrokontroler. Penelitian ini juga memanfaatkan *website* sebagai *interface*-nya.

Website ini dibuat untuk memonitoring dan mengendalikan suhu ruangan serta mempermudah dalam proses pencatatan serta pemantauan suhu ruangan di PT Berkah Alam Nusantara. *Website* PT Berkah Alam Nusantara terdiri dari beberapa halaman, diantaranya yaitu halaman login, halaman register, halaman monitoring, dan halaman kontrol. Masing-masing dari halaman tersebut memiliki fungsi yang berbeda dan saling berkaitan.



Gambar 5. Tampilan Halaman Login



Gambar 6. Tampilan Halaman Register

Gambar 7 merupakan halaman monitoring yang digunakan untuk pemantauan suhu ruangan, dimana pada halaman ini akan ditampilkan data-data suhu ruangan yang tersimpan pada *database*.



Gambar 7. Tampilan Halaman Monitoring

Gambar 8 merupakan tampilan halaman kontrol pada *website* yang berfungsi untuk mengirimkan perintah pada alat mekanik pengendali untuk menekan tombol pada *remote controll AC* sentral yang bertujuan untuk mengubah suhu ruangan.



Gambar 8. Tampilan Halaman Kontrol

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perbandingan pengukuran suhu dan kelembaban antara sensor DHT11 dan *thermohygro*meter dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Perbandingan Sensor DHT11 ke-1 dan *Thermohygro*meter

Percobaan ke-	Suhu		Kelembaban	
	DHT11	<i>Thermohygro</i> meter	DHT11	<i>Thermohygro</i> meter
1	17.4 °C	17.5 °C	42%	42%
2	17.4 °C	17.5 °C	45%	43%
3	17.8 °C	17.6 °C	44%	45%
4	17.8 °C	17.7 °C	45%	48%
Rata-rata Error = 0.71 %		Rata-rata Error = 3.2 %		

Tabel 2. Perbandingan Sensor DHT11 ke-2 dan *Thermohygro*meter

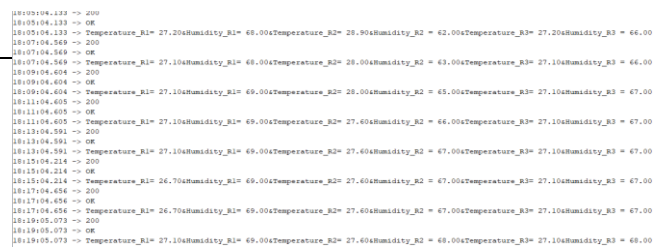
Percobaan ke-	Suhu		Kelembaban	
	DHT11	<i>Thermohygro</i> meter	DHT11	<i>Thermohygro</i> meter
1	23.4 °C	23.4 °C	83%	81%
2	23.8 °C	23.7 °C	85%	85%
3	23.8 °C	24.1 °C	88%	89%
4	24.1 °C	24.2 °C	88%	91%
Rata-rata Error = 0.51 %		Rata-rata Error = 1.72 %		

Tabel 3. Perbandingan Sensor DHT11 ke-3 dan *Thermohygro*meter

Percobaan ke-	Suhu		Kelembaban	
	DHT11	<i>Thermohygro</i> meter	DHT11	<i>Thermohygro</i> meter
1	25.8 °C	26.3 °C	73%	69%
2	26.2 °C	26.4 °C	73%	71%
3	26.2 °C	26.5 °C	73%	73%
4	26.2 °C	26.6 °C	73%	73%
Rata-rata Error = 1.32 %		Rata-rata Error = 2.15 %		

Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa sensor DHT11 masih dapat berfungsi dengan baik karena selisih antara sensor DHT11 dan *thermohygro*meter masih dalam batas toleransi. Pada *datasheet*, sensor DHT11 memiliki toleransi pembacaan suhu sebesar 2 °C dan toleransi pembacaan kelembaban sebesar 5%. Dari hasil pengujian didapatkan hasil bahwa semua sensor memiliki rata-rata *error* pembacaan suhu yang tidak lebih dari 2 °C sedangkan rata-rata *error* pembacaan kelembaban tidak lebih dari 5%.

Pengujian koneksi pada NodeMCU ESP8266 dilakukan untuk mengetahui kinerja dari mikrokontroler dalam mengolah data ketika terhubung ataupun tidak terhubung dengan internet. Sesuai dengan rancangan yang telah dibuat, ketika mikrokontroler terhubung dengan internet maka data suhu akan dikirimkan ke *database* dan ketika tidak terhubung dengan internet maka data suhu akan dikirimkan ke *SD card*. Gambar 8 dan gambar 9 menunjukkan ketika mikrokontroler terhubung dengan internet dan data akan tersimpan pada *database*.

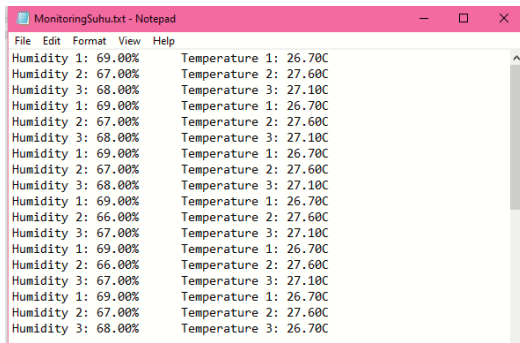


Gambar 9. Tampilan saat Data Terkirim ke *Database*

id	Temperature_R1	Humidity_R1	Temperature_R2	Humidity_R2	Temperature_R3	Humidity_R3	Date	Time
Hapus 509	27.6	69	27.6	67	28	65	2022-10-30	17:35:07
Hapus 510	27.6	69	27.6	67	28	65	2022-10-30	17:35:07
Hapus 511	27.6	69	27.6	67	28	65	2022-10-30	17:35:08
Hapus 512	27.2	68	26.9	67	27.2	66	2022-10-30	18:05:03
Hapus 513	27.1	68	28	63	27.1	66	2022-10-30	18:07:04
Hapus 514	27.1	69	28	65	27.1	67	2022-10-30	18:09:04
Hapus 515	27.1	69	27.6	66	27.1	67	2022-10-30	18:11:04
Hapus 516	27.1	69	27.6	67	27.1	67	2022-10-30	18:13:04
Hapus 517	26.7	69	27.6	67	27.1	67	2022-10-30	18:15:04
Hapus 518	26.7	69	27.6	67	27.1	67	2022-10-30	18:17:04
Hapus 519	27.1	69	27.6	68	27.1	68	2022-10-30	18:19:04

Gambar 10. Tampilan saat Data Tersimpan pada *Database*

Gambar 11 menunjukkan ketika mikrokontroler tidak terhubung dengan internet dan data suhu akan dikirimkan ke *SD card*.



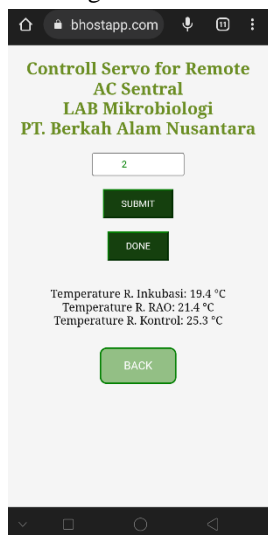
Gambar 11. Tampilan saat Data Tersimpan pada SD Card

Pengujian halaman kontrol pada *website* berfungsi untuk mengetahui kinerja dari *website* ketika mengirimkan data ke *database*. Sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan, untuk mengubah suhu ruangan maka mikrokontroler harus terhubung dengan internet, kemudian *user* dapat mengirimkan perintah berupa inputan nilai pada *database*. Ketika inputan tersebut terkirim maka alat mekanik pengendali akan bergerak menekan tombol pada *remote* sesuai dengan perintah yang diberikan. Adapun ketentuan inputan nilai tersebut dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

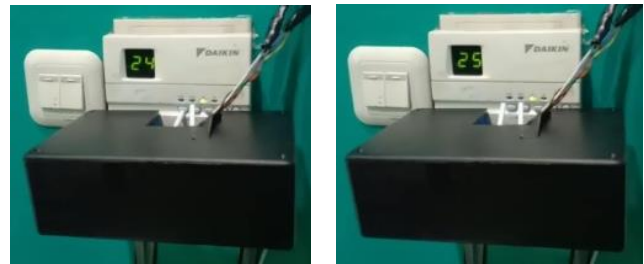
Tabel 4. Ketentuan Inputan Nilai untuk Kontrol *Remote*

Inputan untu Menaikan Suhu	Inputan untuk Menurunkan Suhu
2 = Suhu Naik 1°C	-2 = Suhu Turun 1°C
3 = Suhu Naik 2°C	-3 = Suhu Turun 2°C
4 = Suhu Naik 3°C	-4 = Suhu Turun 3°C
5 = Suhu Naik 4°C	-5 = Suhu Turun 4°C

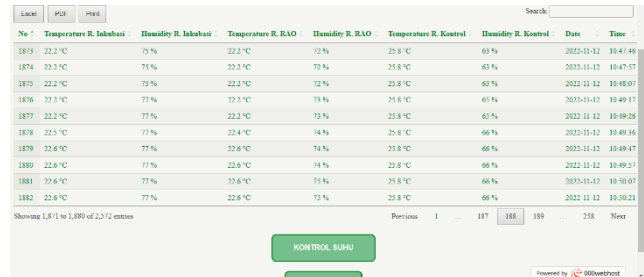
Untuk mengetahui kinerja dari keseluruhan sistem dan alat maka dilakukan pengujian keseluruhan dengan menggunakan *website* sebagai *interface* untuk memonitoring dan mengendalikan suhu ruangan pada LAB Mikrobiologi PT Berkah Alam Nusantara. Pengujian pertama dilakukan untuk menaikan suhu AC sentral dengan menggunakan *website* dan alat mekanik pengendali, dimana setelah dinaikan maka suhu ruangan bertambah secara perlahan.



Gambar 12. Tampilan Website saat Mengirim Perintah Naikan Suhu

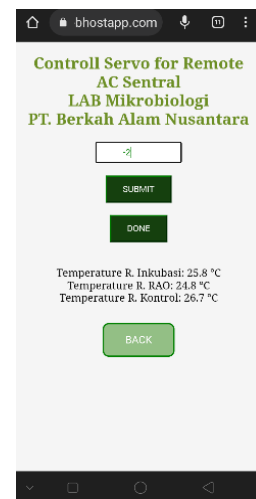


Gambar 13. Suhu pada AC Sentral dinaikan 1°C



Gambar 14. Suhu Berangsur-angsur Naik

Pada tanggal 12 November 2022 mulai pukul 10:40 dengan suhu awal yang ditampilkan pada gambar 13. Setelah dinaikan suhunya maka suhu perlahan naik mendekati suhu referensi (23°C-25°C), seperti yang ditunjukkan pada gambar 14. Namun kenaikan suhu pada setiap ruangan tersebut tidak tetap. Setelah dilakukan pengujian menaikan suhu, maka ketika suhu sudah mulai melebihi suhu referensi maka dilakukan pengujian untuk menurunkan suhu ruangan.



Gambar 16. Tampilan saat Website Mengirimkan Perintah Turunkan Suhu



Gambar 17. Suhu pada AC Sentral diturunkan 1°C

No	Temperature K. Labahasi	Humidity K. Labahasi	Temperature K. RAO	Humidity K. RAO	Temperature K. Kontrol	Humidity K. Kontrol	Date	Time
2191	23.8 °C	49 %	23.8 °C	57 %	26.7 °C	73 %	2022-11-12	11:47:59
2191	23.8 °C	49 %	23.8 °C	56 %	26.7 °C	72 %	2022-11-12	11:48:09
2195	23.8 °C	48 %	23.8 °C	55 %	26.7 °C	72 %	2022-11-12	11:48:19
2196	23.8 °C	48 %	23.8 °C	54 %	26.7 °C	72 %	2022-11-12	11:48:29
2197	23.4 °C	48 %	23.4 °C	54 %	26.7 °C	72 %	2022-11-12	11:48:40
2198	23.4 °C	47 %	23.4 °C	53 %	26.7 °C	72 %	2022-11-12	11:48:50
2199	23.4 °C	47 %	23.4 °C	53 %	26.7 °C	72 %	2022-11-12	11:49:00
2200	23.4 °C	47 %	23.4 °C	53 %	26.4 °C	71 %	2022-11-12	11:49:10
2201	23.4 °C	46 %	23.4 °C	52 %	26.3 °C	71 %	2022-11-12	11:49:21
2202	23 °C	46 %	23.4 °C	51 %	26.2 °C	69 %	2022-11-12	11:49:31

Gambar 18. Suhu Berangsur-angsur Turun

Pada tanggal 12 November 2022 mulai pukul 11.41 dengan suhu awal yang ditampilkan pada gambar 16. Setelah diturunkan suhunya maka suhu ruangan perlahan-lahan berkurang, seperti yang terlihat pada gambar 18. Namun seperti halnya pada saat pengujian menaikkan suhu, penurunan suhu ruangan pun tidak tetap.

IV. KESIMPULAN

Monitoring dan pengendalian suhu ruangan dilakukan dengan menggunakan alat mekanik pengendali dan juga memanfaatkan *website* sebagai *interface*-nya. Berdasarkan hasil pengujian, *website* dapat berfungsi dengan baik dimana *website* dapat merekap data-data suhu ruangan secara *realtime*. Ketika suhu tidak sesuai dengan suhu referensi, maka *user* juga dapat mengirimkan perintah pada alat mekanik pengendali sehingga alat tersebut dapat menekan tombol pada *remote* AC sentral dengan perintah yang diberikan. Setelah pengendalian tersebut maka suhu pada setiap ruangan akan berangsur-angsur berubah, tetapi perubahan suhu pada setiap ruangan tersebut tidak tetap. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengembangan desain alat mekanik pengendali agar dapat lebih kuat untuk menekan tombol pada *remote* AC sentral dan juga dapat menggunakan sensor suhu ruangan yang jauh lebih akurat.

REFERENSI

- [1] A. A. M. Khalifa and K. Prawiroredjo, "Model Sistem Pengendalian Suhu dan Kelembaban Ruangan Produksi Obat Berbasis NodeMCU ESP32," *J. ELTIKOM*, vol. 6, no. 1, pp. 13–25, 2022, doi: 10.31961/eltikom.v6i1.415.
- [2] I. Karlida and I. Musfiroh, "Suhu Penyimpanan Bahan Baku Dan Produk Farmasi Di Gudang Industri Farmasi," *Farmaka*, vol. 15, no. 4, pp. 58–67, 2017.
- [3] BPOM RI, "Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 25 Tahun 2021 Tentang Penerapan Cara Pembuatan Obat Tradisional Yang Baik," *BPOM RI*, vol. 11, no. 88, pp. 1–16, 2019.
- [4] F. Vinola and A. Rakhman, "Sistem Monitoring dan Controlling Suhu Ruangan Berbasis Internet of Things," vol. 9, no. 2, pp. 117–126, 2020.
- [5] S. H. W. Sardjito Sasono, A. S. Nugroho, E. Supriyanto, and S. Kusumastuti, "Iot Smart Health Untuk Monitoring Dan Kontrol Suhu Dan Kelembaban Ruang Penyimpanan Obat Berbasis Android Di," vol. 2020, 2020.
- [6] F. D. Silalahi *et al.*, "Implementasi Internet Of Things (Iot) Dalam Monitoring Suhu Dan Kelembaban Ruang Produksi Obat Non Steril Menggunakan Arduino Berbasis Web," vol. 13, no. 2, pp. 62–68, 2021.
- [7] F. Akbar and S. Sugeng, "Implementasi Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Ruangan Penyimpanan Obat Berbasis Internet Of Things (IoT) di Puskesmas Kecamatan Taman Sari Jakarta Barat," *J. Sos. Teknol.*, vol. 1, no. 9, 2021, doi: 10.36418/jurnalsostech.v1i9.198.
- [8] S. Rumlatur and A. Mappa, "TEMPERATURE AND HUMIDITY MOISTURE MONITORING SYSTEM WITH ARDUINO R3 AND DHT 11," *Electro Luceat*, vol. 5, no. 2, 2019, doi: 10.32531/jelekn.v5i2.154.
- [9] M. I. Hakiki, U. Darusalam, and N. D. Nathasia, "Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembaban Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11," *J. MEDIA Inform. BUDIDARMA*, vol. 4, no. 1, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1876.
- [10] A. Sihasani, D. Hartama, I. Parlina, Solikhun, and Sumarno, "Implementasi ARDUINO UNO R3 dan SENSOR DHT 11 pada perancangan inkubator penetas telur ayam berbasis mikrokontroler," *BEES Bull. Electr. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 3, 2021.
- [11] Y. Parihar, "Internet of Things and Nodemcu: A review of use of Nodemcu ESP8266 in IoT products," *J. Emerg. Technol. Innov. Res.*, vol. 6, no. 6, 2019.
- [12] S. Tonage, S. Yemul, R. Jare, and V. Patki, "IoT based home automation system using NodeMCU ESP8266 module," *Int. J. Adv. Res. Dev.*, vol. 3, 2018.
- [13] U. Rahmalisa, A. Febriani, and Y. Irawan, "Detector leakage gas LPG based on telegram notification using wemos D1 and MQ-6 sensor," *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 4, 2021, doi: 10.18196/jrc.2493.
- [14] I. P. Susanto, B. Setiawan, and S. Nurcahyo, "Akuisi Data Pada Stasiun Cuaca Berbasis Nodemcu ESP8266," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 7, no. 1, 2021, doi: 10.33795/elkolind.v7i1.182.
- [15] T. Suryana, "Implementasi Komunikasi Web Server NODEMCU ESP8266 dan Web Server Apache MYSQL Untuk Otomatisasi Dan Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Via Internet Abstrak : Pendahuluan Pembahasan," *J. Komputa Unikom 2021*, vol. 37, no. 1, 2021.