

SISTEM PENSTABIL SUHU SENYAWA PADA TABUNG FRANZ BERBASIS INTERNET OF THINGS

Compound Temperature Stabilizing System on the Franz Tube Based on the Internet of things

Nabila Ulfa Syafnita^[1], I Gde Putu Wirarama Wirarama Wedashwara^[1], Ariyan Zubaidi^[1]

^[1]Departement Informatics Engineering, Mataram University

Jalan Majapahit 62, Mataram, Lombok, Nusa Tenggara Barat, INDONESIA

Email: nabilaulfasyafnita@gmail.com, wirarama@unram.ac.id, zubaidi13@unram.ac.id

Abstract

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat penstabil suhu pada tabung Franz berbasis Internet of Things (IoT) untuk Laboratorium Program Studi Farmasi Universitas Mataram. Alat yang dikembangkan memungkinkan pengendalian suhu dan monitoring real-time melalui koneksi internet, dengan fokus utama pada peningkatan efisiensi operasional Laboratorium. Melibatkan komponen seperti ESP8266, DS18B20, pompa peristaltik, dan peltier, penelitian ini berhasil mencapai target suhu dengan error hanya sebesar 1,03%. Manfaat penelitian ini mencakup peningkatan efisiensi alat laboratorium, optimalisasi pembelajaran dan penelitian, serta kontribusi pada perkembangan ilmu pengetahuan teknologi di lingkungan Universitas Mataram. Kesimpulan menegaskan bahwa alat ini berhasil mencapai tujuannya, serta penerapan IoT memberikan kemampuan pengendalian dan monitoring suhu yang efisien dari jarak jauh selama uji difusi Franz berlangsung. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya membawa manfaat bagi Laboratorium Farmasi Universitas Mataram namun juga membuka peluang untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pengujian senyawa pada tabung Franz melalui pemanfaatan teknologi IoT

Keywords: IoT, Penstabil Suhu, Tabung Franz, monitoring, controlling, NodeMCU ESP8266, DS18B20

1. PENDAHULUAN

Suhu, sebagai parameter penting dalam berbagai proses industri, termasuk dalam bidang farmasi, memiliki peran yang sangat signifikan dalam banyak proses yang ada dibidang tersebut [1]. Dalam konteks kehidupan sehari-hari, suhu dipahami sebagai ukuran tingkat dingin atau panasnya suatu benda, senyawa, atau sistem[1]. Dalam ilmu pengetahuan, suhu dapat diukur dengan satuan Celcius, Fahrenheit, Kelvin, maupun Reamur. Perubahan suhu dapat secara substansial memengaruhi sifat beberapa zat, seperti pada kasus es yang meleleh dengan peningkatan suhu atau air yang membeku saat suhu menurun.

Proses produksi bahan kimia, terutama dalam pembuatan produk padat seperti tablet dan kapsul, memerlukan pengendalian suhu yang hati-hati selama proses pengeringan dan kompresi[1]. Pada formulasi cair, seperti suspensi dan emulsi, suhu dapat mempengaruhi kelarutan, viskositas, dan stabilitas bahan aktif[2]. Dalam konteks farmasi, suhu menjadi faktor utama dalam produksi obat, memastikan kecepatan disolusi yang konsisten, sehingga

berdampak langsung pada kualitas dan efektivitas obat[3].

Dalam upaya meningkatkan efisiensi dan mengatasi kendala dalam penelitian farmasi pada laboratorium Farmasi Universitas Mataram, fokus penelitian ini tertuju pada suatu sistem yang dapat digunakan untuk uji difusi pada tabung Franz. Tabung Franz memiliki peran penting dalam uji difusi, dan suhu pada tabung ini harus dijaga dengan ketepatan selama periode penelitian[4]. Kendala yang dihadapi adalah belum adanya alat yang mendukung untuk melakukan uji difusi Franz menggunakan tabung Franz dan dari durasi penelitian yang lama bahkan bisa mencapai 48 jam, memerlukan pengawasan konstan yang dapat menghambat efisiensi laboratorium[5][6].

Dalam era industri yang didorong oleh teknologi, *Internet of Things* (IoT) muncul sebagai solusi potensial[7]. Integrasi IoT pada sistem penstabil suhu senyawa pada tabung Franz dapat membawa kemajuan signifikan. Hal ini memungkinkan laboran untuk mengatur suhu dan durasi penggunaan sistem, serta memantau suhu secara *real-time* dari jarak jauh melalui koneksi internet[8]. Oleh karena itu, penelitian ini

berjudul "Sistem Penstabil Suhu Senyawa pada Tabung Franz Berbasis Internet of Things," dengan tujuan menghasilkan alat yang efisien dalam mengontrol dan memantau suhu selama uji difusi Franz. Dengan harapan, implementasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional laboratorium tetapi juga memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang farmasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Dengan melihat beberapa penelitian terkait, penulis dapat memberikan fondasi kuat untuk penelitian "Sistem Penstabil Suhu Senyawa pada Tabung Franz Berbasis *Internet of things*." Łubkowska et al.[12] menekankan kebutuhan menjaga suhu konstan pada $36,6 \pm 0,2$ °C dalam evaluasi pelepasan peptida aktif. Huda dan Kurniawan[13] membahas sistem kontrol suhu berbasis sensor DS18B20 dan Arduino, menyoroti akurasi tinggi pada suhu rendah.

Ikhsan dan Syafitri[14] merancang sistem kontrol suhu untuk budidaya ikan dengan sensor suhu DS18B20 dan Arduino UNO, menghasilkan peningkatan jumlah ikan yang bertahan hidup. Saputra et al.[15] mengusulkan penggunaan sensor DHT22 dan NodeMCU ESP8266 untuk menjaga suhu dan kelembapan di ruangan dengan otomatisasi kontrol berdasarkan sensor.

Ontowirjo et al.[16] mengembangkan sistem pemantauan suhu dan kelembapan berbasis IoT untuk pertanian dengan Raspberry Pi 3 B+ dan *webcam*. Integrasi konsep dan metodologi dari penelitian terkait ini memberikan landasan yang kuat untuk implementasi sistem penstabil suhu pada Tabung Franz.

2.2. Teori Penunjang

2.2.1. Difusi Franz

Sel difusi Franz adalah metode uji *in vitro* biasanya dilakukan untuk memahami penetrasi obat transdermal. Dengan kemampuan mengontrol suhu dan kelembapan sesuai *in vivo*[6], sel difusi Franz menggunakan membran semipermeabel di antara kompartemen reseptor dan kompartemen donor. Kadar senyawa dalam cairan reseptor diukur[17], memungkinkan pembelajaran tentang absorpsi perkutan dan farmakokinetika obat topikal. Sel difusi Franz, sebagai sel difusi vertikal, memiliki komponen utama: kompartemen reseptor, kompartemen donor, tempat pengambilan sampel, *water jacket*, dan cincin O. Kompartemen reseptor berisi cairan dengan pH 7,4 dan albumin, sementara kompartemen donor berisi zat yang diuji. *Water jacket* menjaga suhu konstan, dan cincin O menjaga posisi membran stabil[6].



Gambar 1. Tabung Franz

2.2.2. *Internet of things* (IoT)

Internet of things (IoT) dapat menghubungkan sensor dan perangkat untuk berbagi informasi lintas platform[18]. Ini memungkinkan perpindahan data tanpa interaksi manusia[19]. Cara kerjanya melibatkan pemrograman, menciptakan interaksi otomatis antar mesin[20].

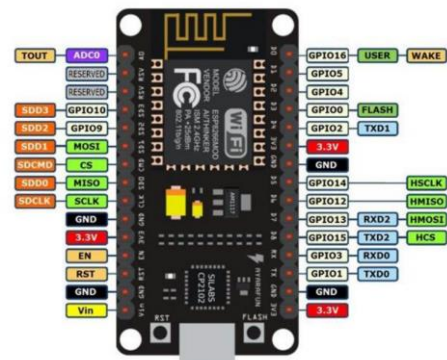
Setiap perangkat IoT perlu alamat IP yang sama untuk terhubung. Sensor mendukung sistem dengan menghubungkannya ke alamat IP perangkat dan terhubung dengan jaringan internet. Sensor mengumpulkan data yang diteruskan ke perangkat lain dalam jaringan yang sama. Setelah diolah, perangkat dapat bekerja sesuai perintah atau memerintah perangkat lain untuk operasi tertentu[19].

2.2.3. *Software* Arduino IDE

Arduino IDE atau merupakan *software* yang digunakan untuk membuat program, dan mengirim program tersebut menuju memori pada mikrokontroler[21]. *Software* ini memungkinkan penggunaannya menulis dan mengedit program yang kemudian program tersebut di kirim ke mikrokontroler[22].

2.2.4. Modul NodeMCU ESP8266

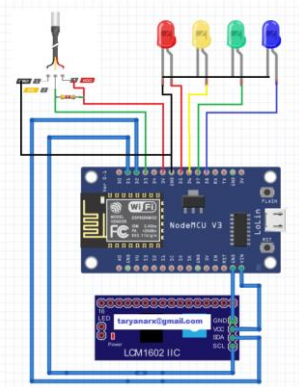
NodeMCU merupakan papan elektronik untuk mengembangkan produk IoT[24]. ESP8266 adalah sebuah mikrokontroler yang memiliki fitur koneksi ke WiFi. Mikrokontroler ini memiliki memori dan prosesor yang dapat dikonfigurasi dengan aktuator dan sensor seperti mikrokontroler pada umumnya[25].



Gambar 2. NodeMCU ESP8266 [27]

2.2.5. Sensor DS18B20

Sensor suhu DS18B20 hanya memerlukan satu pin jalur komunikasi data atau *one wire*[14], sehingga dapat menggunakan sensor dalam jumlah besar hanya dengan menggunakan 1 kabel saja[28]. Dalam penelitian oleh Rizqy Nurul Ikhsan, dkk[14], sensor ini menunjukkan akurasi tinggi dengan hanya 1% error dibandingkan dengan termometer raksa, mencapai akurasi sebesar 99%. Selain itu, sensor DS18B20 dilapisi aluminium dalam bentuk tabung, menjadikannya tahan air dan dapat dicelupkan ke dalam air untuk mendapatkan nilai suhu dengan akurasi tinggi[14].



Gambar 3. Sensor DS18B20 dan ESP8266 [28]

2.2.6. Relay Modul

Relay adalah *switch* (saklar) yang beroperasi dengan listrik dan juga sebuah komponen elektromekanikal[29].

2.2.7. Pompa Peristaltik

Pompa adalah mesin yang memberikan energi kepada fluida untuk memindahkannya. Pompa peristaltik, sering digunakan di bidang medis seperti alat *infusion pump*, berfungsi dengan cara menghasilkan tekanan yang memindahkan cairan steril atau korosif melalui gerakan peristaltik pipa. Tekanan rendah terjadi di sisi pompa yang menghisap fluida, memastikan bahwa fluida hanya mengalir pada pipa dan tidak mengenai komponen lainnya[31]. Pompa peristaltik dapat diaktifkan dengan *power supply*[32].

2.2.8. Peltier

TE (Termoelektrik) adalah keadaan dengan perbedaan tegangan yang menghasilkan perbedaan temperatur pada perangkat, dan salah satu contohnya adalah peltier[33]. Peltier dapat berfungsi sebagai sistem pemanas atau pendingin dengan prinsip kerja di mana arus listrik menyebabkan satu sisi menyerap kalor (panas), sementara sisi lainnya melepaskan kalor (dingin). Peltier dihubungkan ke *power supply* untuk mengaktifkannya[34].

2.2.9. Water block

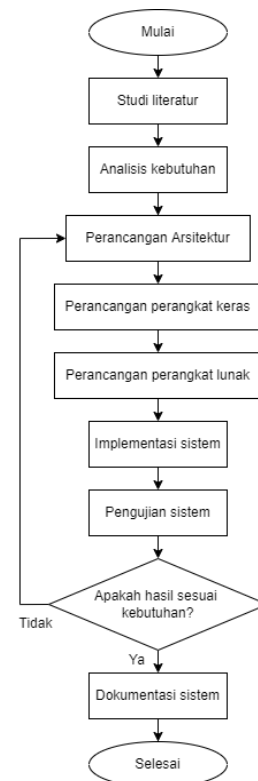
Water block adalah komponen dengan rongga yang berfungsi sebagai jalur sirkulasi fluida untuk pemanasan atau pendinginan[35]. *Water block* ditempelkan pada peltier menggunakan lem konduktif[36] untuk menghantarkan panas dari peltier ke fluida dalam *water block*[37].

2.2.10. Website

Website adalah beberapa halaman dengan data atau informasi digital yang dapat diakses melalui internet, diwujudkan melalui kode-kode perintah yang diterjemahkan menjadi *browser*[38].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Rencana Pelaksanaan



Gambar 4. Rencana Pelaksanaan Penelitian

3.2. Analisis Kebutuhan

3.2.1. Kebutuhan Penggunaan Perangkat Keras

Berikut merupakan kebutuhan beberapa *hardware* atau perangkat yang akan digunakan untuk membangun alat pada penelitian ini.

- PC atau Laptop.
- 1 buah NodeMCU ESP8266.
- 1 *power supply*
- 1 buah *relay 2 channel*.
- 1 buah sensor DS18B20 *waterproof*
- 1 buah pompa peristaltik.

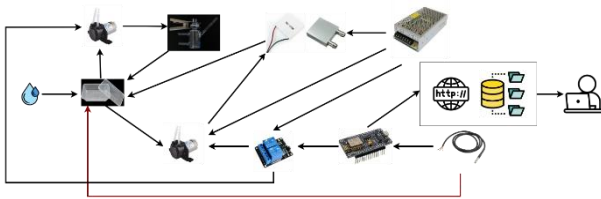
- g. 2 buah peltier.
- h. 1 buah *water block*.
- i. 1 buah *water box* plastik.
- j. Kabel.

3.2.2. Kebutuhan Penggunaan Perangkat Lunak

Berikut merupakan aplikasi dan perangkat lunak lain yang akan digunakan untuk membangun sistem dalam penelitian ini.

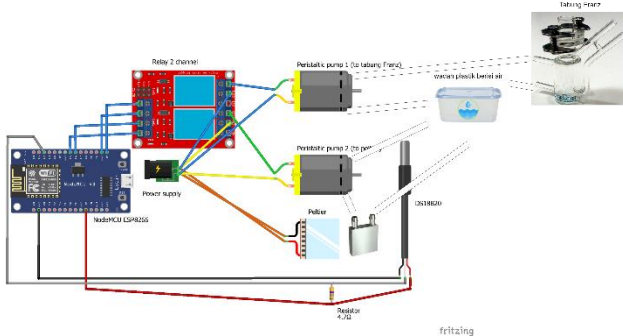
- a. *Fritzing*.
- b. *Arduino IDE*
- c. *Web server*.

3.3. Rancangan Arsitektur



Gambar 5. Rancangan Arsitektur

3.4. Rancangan Hardware (Perangkat Keras)

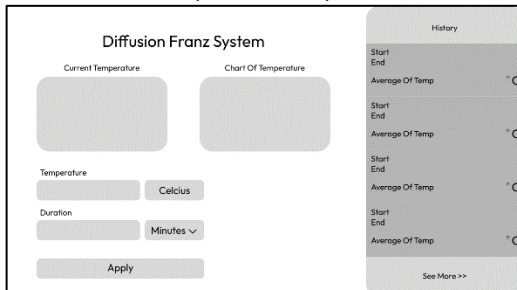


Gambar 6. Rancangan Hardware (Perangkat Keras)

3.5. Rancangan Perangkat Lunak

3.5.1. User Interface

- a. Halaman Utama (*Dashboard*)



Gambar 7. Rancangan Halaman *Dashboard*

- b. Halaman Riwayat

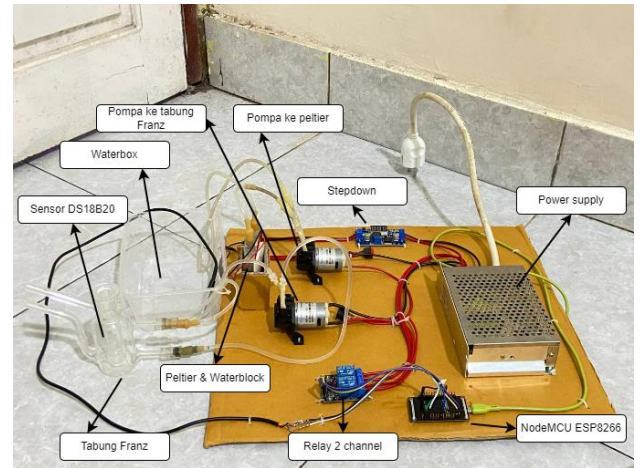
Diffusion Franz System					
History					
No	Date Start	Time Start	Date End	Time End	Temperature Average

Gambar 8. Rancangan Halaman Riwayat

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Realisasi dalam Implementasi Sistem

4.1.1. Realisasi Perangkat Keras

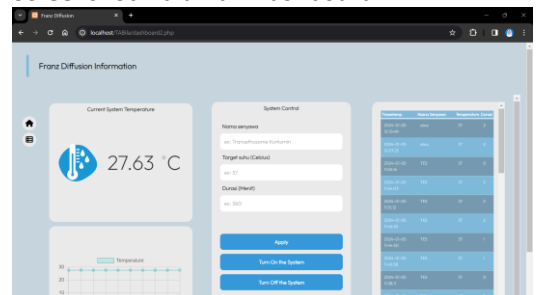


Gambar 9. Realisasi Rancangan *Hardware*

Secara keseluruhan, pada tahap implementasi rancangan perangkat keras ini menggunakan 9 macam alat fisik yang dibutuhkan yaitu *power supply*, *stepdown*, *peltier*, *water block*, pompa peristaltik, *relay 2 channel*, sensor suhu DS18B20, NodeMCU ESP8266, kabel, selang, dan *water box*. Semua komponen dirancang menjadi suatu sistem yang mana semua komponen tersebut memiliki tugasnya masing-masing.

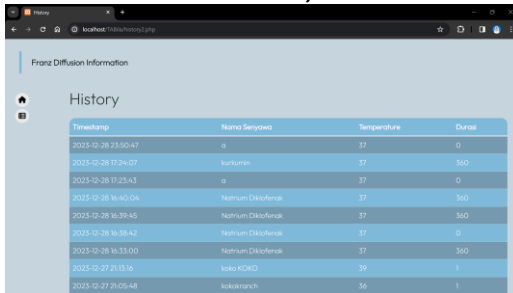
4.1.2. Realisasi Perangkat Lunak

- a. *Screenshot* Halaman *Dashboard*



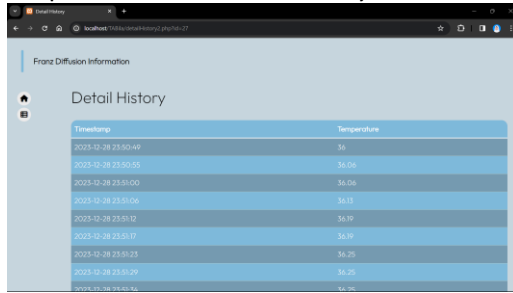
Gambar 10. *Screenshot* Halaman *Dashboard*

b. Screenshot Halaman History



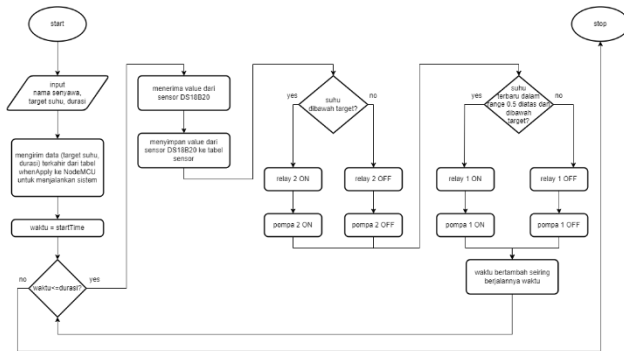
Gambar 11. Screenshot Halaman History

c. Tampilan Halaman Detail History



Gambar 12. Screenshot Halaman Detail History

4.1.3. Realisasi Kontrol pada Sistem



Gambar 13. Alur Sistem

4.2. Pengujian dan Evaluasi Sistem

4.2.1. Pengujian Hardware (Perangkat Keras)

TABEL I. HASIL PENGUJIAN PERANGKAT KERAS

No	Perangkat Keras	Pengujian	Hasil
1	NodeMCU ESP8266	Dapat menangkap data suhu dari sensor suhu DS18B20 <i>waterproof</i>	✓ (Valid)
		Dapat mengontrol relay	✓ (Valid)
2	Relay	Dapat mengontrol pompa peristaltik	✓ (Valid)

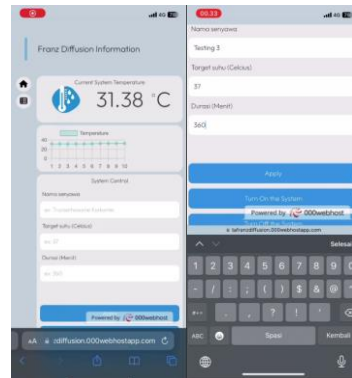
3	Pompa peristaltik	Dapat memompa air dari <i>water box</i> menuju <i>water block</i>	✓ (Valid)
4	Peltier	Dapat menghantarkan panas ke <i>water block</i>	✓ (Valid)
5	Tabung Franz	Dapat sebagai jalan kembali air dari <i>water block</i> ke <i>water box</i>	✓ (Valid)

4.2.2. Pengujian Software (Perangkat Lunak)

TABEL II. HASIL PENGUJIAN PERANGKAT LUNAK

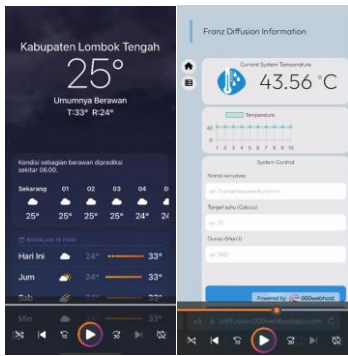
Halaman	Hasil yang diinginkan	Hasil
Dashboard	Dapat melihat data suhu sistem yang sedang berjalan setiap 5 detik	✓ (Valid)
	Dapat melihat grafik data suhu sistem	✓ (Valid)
	Dapat mengirim data pada <i>input-an</i> sistem kontrol	✓ (Valid)
	Dapat melihat riwayat data <i>setting</i> pada sistem yang sudah dimasukkan sebelumnya	✓ (Valid)
History	Dapat melihat riwayat data <i>setting</i> pada sistem yang sudah dimasukkan sebelumnya	✓ (Valid)
Detail History	Dapat melihat detail <i>timestamp</i> dan suhu yang sudah disimpan pada <i>database</i> tiap kali sistem dijalankan	✓ (Valid)

4.2.3. Pengujian Skenario Penggunaan Sistem

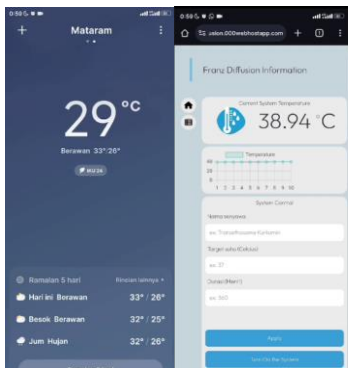


Gambar 14. Menguji Sistem Kontrol

Pada skenario pertama, pengguna memasukkan senyawa, menetapkan suhu target dan durasi, lalu mengaktifkan program pada NodeMCU ESP8266 melalui *website*. Skenario ini memperlihatkan bahwa *website* dapat digunakan untuk melakukan *setting* pada sistem (fungsi *controlling*).



Gambar 15. Menguji Fungsi IoT(Lokasi Lombok Tengah)



Gambar 16. Menguji Fungsi IoT (Lokasi Mataram)

Pada skenario kedua, sistem telah terintegrasi dengan *Internet of things* (IoT), memungkinkan pengguna dari dua lokasi berbeda (Lombok Tengah dan Kota Mataram) untuk secara *real-time* memantau, mengontrol, dan menerima informasi dari perangkat keras yang terletak di Lombok Tengah. Dengan implementasi IoT ini, fleksibilitas diberikan kepada pengguna untuk efektif mengelola sistem bahkan dari jarak jauh.

Data waktu pengujian yang dilakukan selama 6 jam diambil dari *database* (*file sql*) dengan menggunakan bantuan aplikasi *SQL-Front* untuk *export* data-data yang ada ke dalam bentuk *file Ms.Office Excel*. Berikut merupakan 10 *sample* data selama waktu pengujian tertera pada Tabel III.

TABEL III. DOKUMENTASI BEBERAPA SAMPLE DATA

No	<i>Timestamp</i>	Suhu Senyawa (°C)
1	2024-01-11 16:28:26	37
2	2024-01-11 16:28:31	37,06
3	2024-01-11 16:28:36	37,06
4	2024-01-11 16:28:41	36,94
5	2024-01-11 16:28:46	37,06
6	2024-01-11 16:28:51	37
7	2024-01-11 16:28:56	36,88
8	2024-01-11 16:29:01	36,88
9	2024-01-11 16:29:07	36,94
10	2024-01-11 16:29:12	36,88

Sample data testing yang tersimpan pada database berjumlah 4106 row data. Berdasarkan sample data, penulis mengambil data suhu senyawa pada kompartemen reseptor hasil pengujian kemudian mengolah data tersebut menggunakan *Ms.Office Excel*. Data hasil pengolahan menunjukkan bahwa standar deviasi suhu sebesar 2,52, memperlihatkan tingkat variasi yang relatif rendah dari rata-rata suhu yang tercatat. Rata-rata suhu sebesar 36,62, yang mendekati nilai target, menunjukkan konsistensi dalam pengukuran. Dengan standar deviasi yang rendah dan rata-rata yang sesuai dengan harapan, sistem dapat memberikan hasil yang stabil sesuai dengan tujuan penelitian. Terdapat error sebesar 1,03%.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dengan melihat hasil penelitian dan juga pengujian yang telah dilaksanakan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Penelitian ini berhasil menghasilkan alat yang dapat menstabilkan suhu senyawa dalam range yang ditargetkan yaitu $37 \pm 0,50$ C dengan hasil rata-rata nilai suhu senyawa selama 6 jam adalah 36,62. Rata-rata tersebut menunjukkan error hanya sebesar 1,03% dari target suhu. Selain itu, nilai standar deviasi yang kecil yaitu sebesar 2,52 menunjukkan bahwa nilai suhu senyawa yang diuji selama 6 jam relatif stabil.
- Penelitian ini dapat mengimplementasikan *Internet of Things* (IoT) pada sistem, sehingga pengguna dapat lebih efisien dalam melakukan pengendalian dan monitoring suhu dari jarak jauh secara *real-time* selama penelitian berlangsung.

5.2. Saran

Untuk pengembangan sistem yang lebih baik, berikut merupakan beberapa saran dari penulis yang dapat dipertimbangkan guna menghasilkan sistem yang lebih akurat dan relevan.

- Mengumpulkan dan menyajikan lebih banyak data terkait suhu pada tabung Franz. Informasi tambahan dapat mencakup variabel seperti kecepatan perubahan suhu, distribusi suhu di dalam tabung, atau parameter tambahan yang relevan untuk penelitian farmasi guna mencapai hasil penelitian yang lebih akurat.

- b. Merancang antarmuka pengguna (UI) yang lebih intuitif dan responsif untuk mempermudah penggunaan sistem oleh laboran. Hal ini dapat mencakup visualisasi data yang lebih baik dan sistem kontrol yang lebih mudah.
- c. Melakukan kolaborasi dengan disiplin ilmu lain seperti elektronika dan sejenisnya untuk menggabungkan pemahaman lebih lanjut tentang komponen elektronik dan memperkaya pengembangan sistem.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada para pembaca yang telah memberikan perhatian pada penelitian ini. Dengan rendah hati, penulis mengakui bahwa kemajuan dan kelancaran penelitian ini tidak dapat tercapai tanpa dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Terima kasih kepada Bapak I Gde Putu Wirarama Wirarama Wedashwara dan Bapak Ariyan Zubaidi yang telah membimbing penulis sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar. Terima kasih atas kerja sama dan kontribusi positif dari semua pihak yang terlibat, membantu menjadikan penelitian ini sukses dan relevan. Semoga dengan terealisasinya sistem hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi informasi dan farmasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Supu, B. Usman, S. Basri, and Sunarmi, "Pengaruh Suhu Terhadap Perpindahan Panas pada Material yang Berbeda," *Jurnal Dinamika*, vol. 07, no. 01, pp. 62–73, Apr. 2016.
- [2] J. Loyd V. Allen and H. C. Ansel, *Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery Systems*, 10th ed., vol. 10. United States of America: Lippincott Williams & Wilkins at Two Commerce Square, 2014.
- [3] Y. Syukri, *Teknologi Sediaan Obat dalam Bentuk Solid*, 1st ed., vol. 1. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia, 2018.
- [4] Q. Zhang *et al.*, "Evaluation of Heat Effects on Fentanyl Transdermal Delivery Systems Using In Vitro Permeation and In Vitro Release Methods," *J Pharm Sci*, vol. 109, no. 10, pp. 3095–3104, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.xphs.2020.07.013.
- [5] R. Adriana Putri, "Uji Disolusi, Uji Difusi (In-Vitro) dan Penetapan Kadar Tablet Ranitidin Generik dan Generik Bermerek," *Programsi*, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta, 2016. Accessed: Oct. 09, 2023. [Online]. Available: <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/33016>
- [6] P. Simon, "Formulasi dan Uji Penetrasi Mikroemulsi Natrium Diklofenak dengan Metode Sel Difusi Franz dan Metode Tape Stripping," *Programsi*, Universitas Indonesia, Depok, 2012. Accessed: Oct. 09, 2023. [Online]. Available: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20307981>
- [7] H. Mantik, "Revolusi Industri 4.0: *Internet of things*, Implementasi pada Berbagai Sektor Berbasis Teknologi Informasi (Bagian 1)," *JSI (Jurnal Sistem Informasi)*, vol. 9, no. 2, 2022, doi: <https://doi.org/10.35968/jsi.v9i2.919>.
- [8] S. Ariyanti *et al.*, *Implementasi Internet of things untuk Sektor Kesehatan*. Jakarta: Puslitbang Sumber Daya, Perangkat, dan Penyelenggaraan Pos dan Informatika Badan Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2016. [Online]. Available: <http://www.balitbangsdm.kominfo.go.id>
- [9] N. A. A. Fataf, M. F. Abdul Rahim, S. He, and S. Banerjee, "A Communication Scheme based on Fractional Order Chaotic Laser for *Internet of things*," *Elsevier*, vol. 15, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.iot.2021.100425.
- [10] A. D. Wulandari, A. Novianti, M. Andika, and A. Amalia, "Profil Difusi Transethosome Kurkumin dalam Sediaan Gel yang Menggunakan Karbomer 934 sebagai Pembentuk Gel," *JCPS: Journal of Current Pharmaceutical Sciences*, vol. 3, no. 1, Sep. 2019.
- [11] I. K. Bagiana and Y. Kresnawati, "Pengaruh Konsentrasi Campuran DMSO dan Olive Oil pada Jalur Transfor Natrium Diklofenak Melewati Kulit Secara Invitro Menggunakan Pemodelan Software WimSAM," *Semarang*, Mar. 2020.
- [12] B. Łubkowska, J. Strankowska, Z. Maćkiewicz, and B. Grobelna, "A Study of the Release of Active Peptide from Semisolid Hydrogels Measured with Franz Diffusion Apparatus," *Archives of Medical Science - Aging*, vol. 1, no. 1, pp. 12–18, Jan. 2018, doi: 10.5114/amsa.2018.78777.
- [13] M. B. R. Huda and W. D. Kurniawan, "Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino,"

- Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 7, no. 02, Jul. 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-rekayasa-mesin/article/view/47897>
- [14] R. N. Ikhsan and N. Syafitri, "Pemanfaatan Sensor Suhu DS18B20 sebagai Penstabil Suhu Air Budidaya Ikan Hias," in *Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi*, Jan. 2021.
- [15] F. Saputra, D. Ryana Suchendra, and M. Ikhsan Sani, "Implementasi Sistem Sensor Dht22 untuk Menstabilkan Suhu dan Kelembapan Berbasis NodeMCU ESP8266 Nodemcu Esp8266 pada Ruang," in *Proceeding of Applied Science*, 2020, p. 1977.
- [16] F. Y. Q. Ontowirjo, V. C. Poekoel, P. D. K. Manembu, and R. F. Robot, "Implementasi *Internet of things* pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan pada Ruang Pengering Berbasis Web", [Online]. Available: www.cec-unsrat.com.
- [17] L. O. Dewi, S. E. Priani, and F. Darusman, "Pengaruh Berbagai Jenis Peningkat Penetrasi Terhadap Difusi Perkulatan Kafein dalam Sediaan Body Serum," in *Prosiding Farmasi*, Aug. 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.29313/.v0i0.16974>.
- [18] B. L. Risteska Stojkoska and K. V. Trivodaliev, "A review of *Internet of things* for smart home: Challenges and solutions," *J Clean Prod*, Oct. 2016, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.10.006.
- [19] Wilianto and A. Kurniawan, "Sejarah, Cara Kerja dan Manfaat *Internet of things*," *MATRIX - Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, vol. 8, no. 2, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.31940/matrix.v8i2.818>.
- [20] Y. Efendi, "*Internet of things* (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, Apr. 2018, [Online]. Available: <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id>
- [21] J. Arifin, L. Natalia Zulita, and Hermawansyah, "Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan NodeMCU ESP8266 Arduino Mega 2560," *Jurnal Media Infotama*, vol. 12, no. 1, Feb. 2016, doi: <https://doi.org/10.37676/jmi.v12i1.276>.
- [22] A. Adriansyah and O. Hidayatama, "Rancang Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Microcontroller Arduino Atmega 328P," *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu*, vol. 4, no. 3, Sep. 2013, doi: 10.22441/jte.
- [23] D. Aryani, I. J. Dewanto, and Alfiantoro, "Prototipe Alat Pengantar Makanan Berbasis Arduino Mega," *PETIR: Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika*, vol. 12, no. 2, Sep. 2019, doi: 10.33322/petir.v12i2.540.
- [24] T. Sulistyorini, N. Sofi, and E. Sova, "Pemanfaatan NodeMCU ESP8266 Berbasis Android (Blynk) sebagai Alat Alat Mematikan dan Menghidupkan Lampu," *JUIT (Jurnal Ilmiah Teknik)*, vol. 1, no. 3, pp. 40–53, Sep. 2022, doi: <https://doi.org/10.56127/juit.v1i3.334>.
- [25] R. Priya Pratama, "Aplikasi Webserver ESP8266 untuk Pengendali Peralatan Listrik," *INVOTEK: Jurnal Inovasi, Vokasional, dan Teknologi*, vol. 17, no. 2, Oct. 2017, doi: <https://doi.org/10.24036/invotek.v17i2.87>.
- [26] A. D. Pangestu, F. Ardianto, and B. Alfaresi, "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino NodeMCU ESP8266," *Jurnal AMPERE*, vol. 4, no. 1, Jun. 2019, doi: <https://doi.org/10.31851/ampere.v4i1.2745>.
- [27] B. Satria, "IoT Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara dengan Node MCU ESP8266," *SUDO Jurnal Teknik Informatika*, vol. 1, no. 3, Aug. 2022, doi: 10.56211/sudo.v1i3.95.
- [28] T. Suryana, "Antarmuka NodeMCU ESP8266 dengan Sensor DS18B20 Untuk Menentukan Temperatur Ideal Menyeduh Kopi," *Jurnal Komputa - Teknik Informatika Unikom Bandung*, Aug. 2021, Accessed: Oct. 09, 2023. [Online]. Available: <http://repository.unikom.ac.id/id/eprint/68743>
- [29] M. Saleh and M. Haryanti, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay," *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, vol. 8, no. 2, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.22441/jte.v8i2.1601>.
- [30] D. Agung Prijambodo, "Purwarupa Sistem Menyalakan dan Mematikan Lampu Ruang Berbasis Android dengan Wemos D1 Mini," Karya ilmiah (Diploma), Universitas Muhammadiyah Sukarta, Sukarta, 2017. Accessed: Oct. 09, 2023. [Online]. Available: <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/55071>
- [31] L. Eko Maryanto, Basyirun, and S. Anis, "Pengaruh Diameter Roller Terhadap Debit Pompa Peristaltik," *Saintekno: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 16, no. 1, 2018, doi: <https://doi.org/10.15294/saintekno.v16i1.13550>.

- [32] B. Yasri, N. N. Husna, and S. Rosadi, "Pengendalian Kadar Ph Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum*) Berbasis Iot pada Hidroponik DBS Semi Otomatis dengan Platform Telegram," *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, vol. 4, no. 6, Dec. 2022, doi: <https://doi.org/10.31004/jpdk.v4i6.9714>.
- [33] D. Wahyu, Andriyanto, Hanif, R. Sukma, and Y. Rosa, "Kajian Eksperimental Alat Multi Fungsi Bercatu Daya Termoelektrik untuk Pendinginan dan Pemanasan," *Jurnal ROTOR*, vol. Special, no. 2, pp. 46–51, Dec. 2016, Accessed: Oct. 09, 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/RTR/article/view/4797>
- [34] M. Yusfi, F. Gandi, and H. Sagito Palka, "Analisis Pemanfaatan Dua Elemen Peltier pada Pengontrolan Temperatur Air," *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. 2, no. 1, Mar. 2017, doi: 10.21009/SPEKTRA.
- [35] Z. Ardian, Y. A. Padang, and Mirmanto, "Sistem Pendinginan Coolant Menggunakan Termoelektrik dengan Unit Pembuang Panas Heat Pipe," *Programsi*, Universitas Mataram, Mataram, 2018. Accessed: Oct. 09, 2023. [Online]. Available: <http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/4336>
- [36] Z. Fakhri, A. Daelami, and A. Charisma, "Sistem Pengaturan Pendingin Ruangan dengan Menggunakan Thermoelectric dan Blower Motor Direct Current," *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, vol. 21, no. 01, pp. 84–94, May 2022, doi: <https://doi.org/10.55893/jt.vol21no1.430>.
- [37] G. Marausna, J. Kasmara, and M. Nadjib, "Studi Termoelectric Generator untuk Solusi Pemanfaatan Waste Energy dengan Peltier Sebagai Sistem Pengkondisi Temperatur," *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 6, no. 1, 2020, doi: <https://doi.org/10.56521/teknika.v6i1.186>.
- [38] T. Susilawati, F. Yuliansyah, M. Romzi, and R. Aryani, "Membangun Website Toko Online Pempek Nthree Menggunakan Php dan MySQL," *JTIM: Jurnal Teknik Informatika Mahakarya*, vol. 3, no. 1, pp. 35–44, Jun. 2020.
- [39] H. Sama and E. Hartanto, "Studi Deprogramtif Evolusi Website Dari Html1 Sampai Html5 dan Pengaruhnya terhadap Perancangan dan Pengembangan Website," *CoMBInES: Conference on Management, Business, Innovation, Education, and Social Science*, vol. 1, no. 1, pp. 589–596, Feb. 2021, Accessed: Oct. 09, 2023. [Online]. Available: <https://journal.uib.ac.id/index.php/combin/es/article/view/4484>
- [40] A. P. Sari and Suhendi, "Rancang Bangun Sistem Informasi Pengelolaan Talent Film Berbasis Aplikasi Web," *Jurnal Informatika Terpadu*, vol. 6, no. 1, pp. 29–37, Mar. 2020, doi: <https://doi.org/10.54914/jit.v6i1.255>.
- [41] Tumini and M. Fitria, "Penerapan Metode Scrum pada E-Learning Stmik Cikarang," *Jurnal Informatika SIMANTIK*, vol. 6, no. 1, Mar. 2021, [Online]. Available: <https://www.simantik.panca-sakti.ac.id>
- [42] R. Susana, A. Nugraha, and D. Nataliana, "Perancangan dan Realisasi Web-Based Data Logging System menggunakan ATmega16 melalui Hypertext Transfer Protocol (HTTP)," *Jurnal ELKOMIKA*, vol. 3, no. 1, 2015, doi: <https://doi.org/10.26760/elkomika.v3i1.1>.