

## APLIKASI INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PEMANTAUAN SUHU RUANG PENYIMPANAN INDUSTRI FARMASI

Agus Setiawan<sup>1</sup>, Suminto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang  
<sup>1,2</sup>Jln. Puspiptek Raya No. 46 Buaran, Setu, Tangerang Selatan, 15346, Indonesia

<sup>1</sup>[dosen01315@unpam.ac.id](mailto:dosen01315@unpam.ac.id)

<sup>2</sup>[dosen00591@unpam.ac.id](mailto:dosen00591@unpam.ac.id)

### INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 24-11-2021  
revisi : 14-12-2021  
diterima : 24-12-2021  
dipublish : 30-12-2021

### ABSTRAK

Industri farmasi merupakan salah satu industri yang sangat membutuhkan ruangan dengan kondisi suhu tertentu untuk menunjang keberlangsungan proses produksi maupun penyimpanan bahan baku dan bahan jadi dengan baik, seperti yang ditetapkan dalam CPOB (Cara Pembuatan Obat yang Baik) bahwa kondisi suhu ruangan harus dikendalikan, dipantau dan dicatat. Banyak industri farmasi melakukan proses pemantauan dan pencatatan kondisi ruangan dilakukan secara manual dengan survei langsung ke ruangan memeriksa *thermohygrometer* dan melakukan pencatatan pada formulir yang telah disediakan. Hal ini menimbulkan beberapa masalah diantaranya: ketika formulir pencatatan hilang, operator lupa mencatat, data tidak tersedia *real time*. Oleh karena itu pada penelitian ini peneliti akan merancang dan mengimplementasikan *internet of things* pada sebuah sistem pemantauan suhu dan pengolahan data. Tujuan dalam penelitian ini yaitu menerapkan *internet of things* pada industri farmasi agar proses pemantauan suhu ruangan dan pengolahan data lebih efisien. Penelitian ini menggunakan metode model prototipe yang terdiri dari tahap Tahap pertama dengan membuat desain sistem. Tahap kedua melakukan perancangan *software Arduino IDE*, *thingspeak* dan *thingview* dan *hardware* dengan membuat instalasi *wiring* dan *layout panel*. Tahap berikutnya adalah pengujian alat, pengambilan data dan tahap terakhir pengolahan dan analisa data. Hasil Penelitian ini sistem pemantauan suhu berbasis *internet of things* memiliki tingkat akurasi yang sangat baik untuk pengukuran suhu. Dengan nilai akurasi suhu 99,32% dengan error 0,68%, rata-rata galat keseluruhan berada dibawah nilai toleransi 1%. Aplikasi sistem pemantauan suhu ruang penyimpanan industri farmasi berbasis *internet of things* ini, memudahkan, mempercepat, meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses kegiatan pemantauan suhu.

*Kata kunci : farmasi; suhu; internet of things*

## ABSTRACT

**Implementation Internet of Things (IoT) for Temperature Monitoring System of Pharmaceutical Storage Room.** Industry is one of the industries that really needs a room with certain conditions to support the continuity of the production process as well as storage of raw materials and finished materials properly, as stipulated in the Good Manufacturing Practices (CPOB) that room temperature conditions must be controlled, monitored and recorded. Many pharmaceutical industries carry out the process of monitoring and recording room conditions manually by direct surveying to the room, checking the thermohydrometer and making notes on the form provided. This causes several problems including: when the recording form is lost, the operator forgets to record, the data is not available in real time. Therefore, in this study, researchers will design and implement the internet of things in a temperature monitoring system and data processing. The purpose of this research is to implement the internet of things in the pharmaceutical industry so that the room temperature monitoring process and data processing are more efficient. This research uses a prototype model method which consists of the first stage by making a system design. The second stage is designing the Arduino IDE, thingspeak and thingview software and hardware by making wiring installations and panel layouts. The next stage is tool testing, data collection and the last stage is data processing and analysis. The results of this study are internet-based temperature measurements that have a very good level of accuracy for temperature. With a temperature accuracy value of 99.32% with an error of 0.68%, the overall error average is below the tolerance value of 1%. Internet-based industrial storage room temperature monitoring system applications, simplify, speed up, increase the effectiveness and efficiency of the temperature monitoring process.

*Keywords* : pharmacy; temperature; internet of things

## PENDAHULUAN

Area penyimpanan pada industri farmasi berdasarkan CPOB (Cara Pembuatan Obat yang Baik) 2018 menyatakan Area penyimpanan diharuskan mempunyai volume yang cukup untuk menyimpan dengan baik macam-macam *material* dan produk contohnya *raw material* dan bahan kemas, produk antara, *bulk product* dan *finish good*, produk dalam status karantina, produk yang telah di *release*, produk yang ditolak, produk yang

dikembalikan atau produk yang ditarik dari peredaran. Tempat penyimpanan diharuskan memiliki desain atau disesuaikan untuk menjamin kondisi penyimpanan yang baik, secara spesifik area tersebut bersih, kering dan mendapat cahaya penerangan yang cukup serta suhunya dijaga dalam batas yang ditentukan. Pada kondisi penyimpanan khusus yang membutuhkan suhu dan kelembaban tertentu harus disiapkan, dikendalikan, dipantau dan dicatat (BPOM, 2018). Untuk memenuhi

persyaratan CPOB tersebut pemantauan suhu menjadi sangat penting guna menjaga dan menghasilkan produk yang berkualitas. Oleh sebab itu tujuan pada penelitian ini untuk mengimplementasikan *internet of things* pada industri farmasi agar proses pemantauan suhu ruangan dan pengolahan data lebih efisien, dengan *internet of things* kondisi ruangan penyimpanan dapat diketahui dengan cepat kapanpun dan dimanapun.

## TEORI

### *Internet of Things* (IoT)

Sebuah konsep dimana objek mampu untuk menjalankan *transfer* data menggunakan jaringan yang tidak memerlukan adanya intervensi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat disebut sebagai *internet of things* atau IoT. Saat ini sudah berkembang sangat pesat diawali dari teknologi nirkabel, *Micro Electromechanical Systems* (MEMS), dan juga Internet. Beberapa referensi dalam penelitian ini pada referensi memaparkan suatu sistem pemantauan kualitas udara memakai mikrokontroler ATMega 8535 dan sebuah sensor gas TGS 2600 berbasis web (Fikri et al., 2013). Referensi lainnya mengemukakan penggunaan *platform IoT thingspeak* dan *blynk* sebagai sistem pemantauan dan pemberitahuan kualitas udara dalam ruangan (Waworundeng & Lengkong, 2018). Referensi yang membahas tentang sistem *monitoring* kualitas udara memakai *thingspeak* (Khedo & Chikhooreeah, 2017). IoT adalah konsep yang mempunyai tujuan guna memperbesar manfaat dari hubungan internet dengan konektivitas secara *continue* (Panduardi & Haq, 2016).

Kevin Ashton (lahir 1968) adalah pelopor teknologi Inggris yang dikenal karena menciptakan istilah "*Internet of Things*" untuk mengilustrasikan suatu sistem internet yang terhubung ke dunia fisik melalui sensor-sensor. Referensi lain memaparkan sensor berfungsi mengambil data dari kondisi waktu nyata dan mengubah ke dalam mesin dengan format yang dapat di pahami sehingga bisa dipertukarkan antara berbagai format data (*thing*) (Suresh et al., 2014). IoT dapat menghubungkan mesin, alat dan benda lainnya dengan sensor dan aktuator guna mendapatkan data dan mengelolanya sendiri, akhirnya memungkinkan mesin berhubungan dan bekerja atas dasar informasi yang telah didapatkan secara mandiri (Arafat, 2016). Melihat evolusinya internet dapat diklasifikasikan menjadi lima era (Li et al., 2015). Teknologi IoT juga digunakan untuk pintu pintar berkemampuan IoT yang menggunakan model pembelajaran mesin untuk memantau suhu tubuh dan deteksi masker wajah (Varshini et al., 2021). *Internet of Things* (IoT) memainkan peran penting sebagai jembatan antara jaringan listrik fisik dan jaringan listrik digital. Ini bertanggung jawab untuk fungsi-fungsi seperti persepsi, komunikasi, sinkretisme data, dan berbagi sumber daya (Zhong, 2022). IoT digunakan dalam berbagai tindakan perawatan kesehatan yang mencakup deteksi, pengobatan, dan pemantauan penyakit. Perangkat yang dapat dipakai adalah bagian dari IoT yang diusulkan untuk membantu pasien mendapatkan perawatan yang benar (Verma, 2022). Pada penelitian ini digunakan metode prototipe yang diaplikasikan langsung pada ruang penyimpanan pengguna untuk mendapatkan sistem yang sesuai dengan kebutuhan.

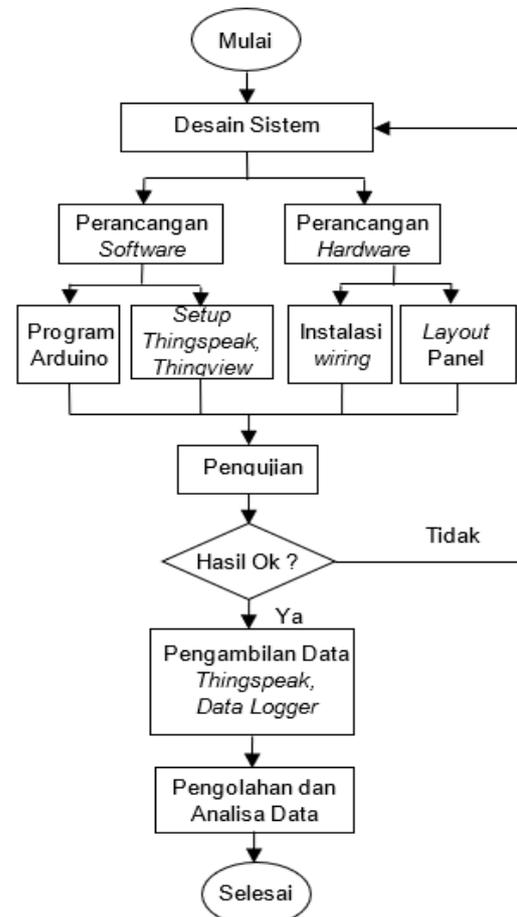
Sampai saat ini proses pemantauan suhu dan pencatatan kondisi ruangan penyimpanan masih dilakukan secara manual dengan survei langsung ke ruangan penyimpanan memeriksa *thermohygrometer* dan melakukan pencatatan pada formulir yang telah disediakan, sehingga untuk melakukan pengolahan data menjadi tidak efisien, data perlu dilakukan *input* manual ke dalam komputer untuk menghasilkan tren suhu.

Beberapa masalah yang terjadi saat ini diantaranya adanya potensi formulir catatan suhu hilang ataupun rusak, operator lupa mencatat, rutinitas pemantauan suhu pagi siang dan sore hari menjadikan proses tidak efisien, butuh waktu untuk merekapitulasi data suhu kedalam komputer, menyajikan data pemantauan suhu perlu pengolahan data dan data tidak tersedia secara *real time*.

Penelitian ini menggunakan metode model prototipe yaitu tahap pertama dengan membuat desain sistem, tahap kedua melakukan perancangan *software* Arduino IDE, *thingspeak* dan *thingview* dan hardware dengan membuat instalasi *wiring* dan *layout* panel, dan tahap berikutnya adalah pengujian alat, pengambilan data dan tahap terakhir pengolahan dan analisa data.

## METODOLOGI

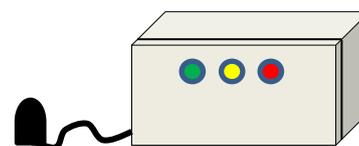
Pada Gambar 1 menjelaskan diagram *flowchart* tahap pembuatan alat dari tahap awal sampai akhir. Diagram *flowchart* adalah tahap penelitian yang akan dilakukan sesuai dengan urutan dari atas ke bawah :



Gambar 1. Flowchart penelitian

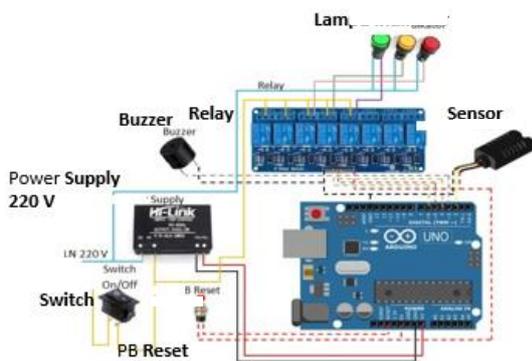
## Desain Alat

Berikut ini adalah rencana desain alat pemantauan suhu berbasis *IOT* . Alat dikemas dalam *box* panel plastik memiliki dimensi PXLXT = 30X15X17 cm terdapat 3 buah lampu indikator pada sisi depan panel dengan sebuah sensor yang terhubung melalui kabel sepanjang 2 m, sedangkan di bagian dalamnya terdapat *power supply*, relay dan Arduino secara sederhana dapat di lihat pada gambar 2.



Gambar 2. Desain alat

Pada Gambar 2 adalah desain alat sistem pemantauan suhu berbasis *internet of things* (IoT) terlihat ada beberapa keterangan pada gambar alat dikemas dalam sebuah *box panel* plastik yang dilengkapi lampu indikator, *switch push button* dan sensor suhu.



Gambar 3. Wiring perancangan sistem IoT

Komponen-komponen yang digunakan pada perancangan sistem IoT beserta fungsinya :

Nama Komponen	Fungsi alat
Switch ON/OFF	Untuk menghidupkan dan mematikan sistem IoT pemantauan suhu ruangan
Power Supply 5 VDC	Untuk pemberi tegangan arduino dan modul relay
Push Button	Untuk melakukan refresh atau restart jalannya program yang dimasukkan ke arduino
Mikrokontroler Arduino	Untuk mengolah dan menjalankan perintah sesuai dengan program
Sensor Suhu DHT21	Untuk mendeteksi suhu ruangan dan mengirimkan data suhu ke arduino
Modul Relay	Untuk mendapatkan <i>trigger</i> dari arduino agar dapat menyalakan lampu indikator
Lampu Indikator	Untuk indikator kondisi ruang penyimpanan
Buzzer	Untuk memberikan peringatan

### Perancangan Software

Perancangan *software* adalah tahap pembuatan program di *software* Arduino IDE, *thingspeak* dan *thingview*. Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam perancangan *software* ini yaitu pembuatan program arduino dengan menggunakan arduino IDE, melakukan *setup thingspeak* dan melakukan *setup thingview*.

### Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara *sampling*, *sampling* diambil dari data yang terbaca pada alat yang telah dibuat. Selain mengambil data dari alat yang telah dibuat data juga diambil dari alat ukur data *logger*.

### Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan apakah alat yang telah dibuat berjalan dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan cara memastikan data sudah terkirim dan ditampilkan dalam *thingspeak* dan *thingview*. Jika data sudah terbaca maka alat yang dibuat berjalan dengan baik.

### Pengolahan dan Analisa Data

Pengolahan dan analisa data adalah tahap pengolahan data yang diambil dari data *sampling* alat yang dibuat dan dianalisa untuk dapat mengetahui kualitas alat yang sudah dibuat.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah pengujian pada table 1 mendapatkan hasil yang baik maka sistem pemantauan suhu berbasis *internet of things* diaplikasikan pada ruang penyimpanan industri farmers, Prototipe kemudian diserahkan kepada *user* untuk divalusi dan memberikan *feedback* yang akan digunakan

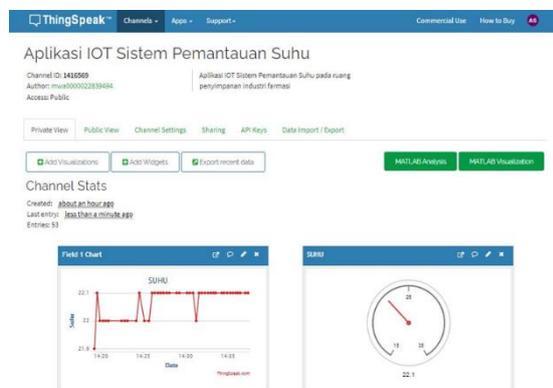
untuk memperbaiki spesifikasi yang cocok dengan kebutuhan.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Sistem

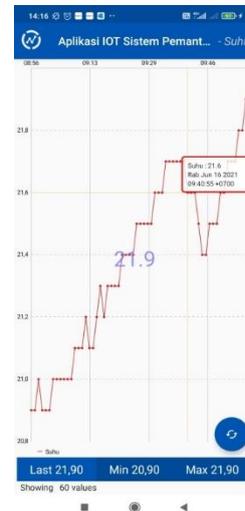
Parameter Uji	Hasil
Tegangan <i>input</i> dari PLN 220-240 VAC	225 VAC
Tegangan <i>output power supply</i> 5 VDC	5 VDC
Arduino + Ethernet shield ON ditandai dengan lampu led menyala	Ya
ThingSpeak menampilkan nilai suhu	Ya
ThingView menampilkan nilai suhu	Ya
Kondisi suhu normal < 22,13°C lampu indikator hijau menyala dan <i>buzzer</i> mati	21,5 °C /Ya
Kondisi suhu <i>alert limit</i> lebih dari (>) 22,13°C dan kurang dari (<) 25°C lampu indikator kuning menyala dan <i>buzzer</i> hidup setiap 5 detik	23 °C /Ya
Kondisi suhu <i>action limit</i> lebih dari (>)25°C lampu indikator merah menyala dan <i>buzzer</i> hidup setiap 1/2 detik	26 °C /Ya



**Gambar 4.** Penerapan *Internet of Things* (IoT) sistem pemantauan suhu di ruang penyimpanan industri farmasi.



**Gambar 5.** Tampilan hasil pemantauan suhu pada aplikasi *thingspeak*



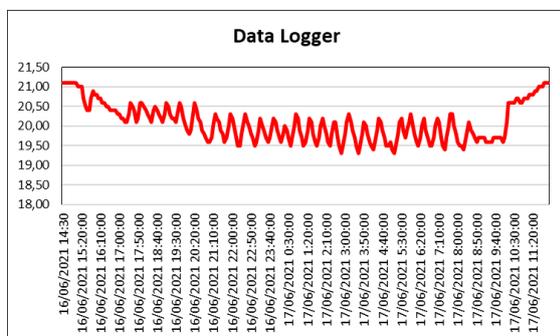
**Gambar 7.** Tampilan hasil pemantauan suhu pada aplikasi *thingview*

Pada gambar diatas dapat dijelaskan sistem pemantauan suhu berbasis IoT ini diaplikasikan pada ruang penyimpanan bahan baku maupun material industri farmasi yang memiliki rentang suhu 15 - 25° Celcius. Pemasangan diletakan didinding luar ruangan dan sensor diletakan didalam ruangan pada titik *hot spot*. Sistem IoT ini bekerja merekam data suhu otomatis secara berkala dan mengirimkannya ke IoT server *thingspeak*, dengan demikian data suhu dapat diakses dengan mudah menggunakan berbagai macam perangkat yang terhubung ke internet. *Feedback* yang didapatkan dari pengguna adalah adanya sistem yang dibuat tidak hanya digunakan sebagai pemantauan suhu tapi juga di gunakan sebagai *alarm system* yang dapat memberikan peringatan kepada operator yang ketika terjadi penyimpangan terhadap nilai suhu sehingga bisa dilakukan tindakan lebih cepat untuk menanganinya yang pada akhirnya berdampak pada kualitas bahan atau *material* yang disimpan didalam ruang penyimpanan dapat lebih terjaga kualitasnya.

Setelah alat selesai dibuat dan berhasil diuji tanpa ada masalah selanjutnya adalah proses pengujian sensor dengan pengambilan data. Proses pengambilan data dilakukan sebanyak 255 kali selama sehari semalam pada *start time*: 16/06/2021 14:30:00 dan *end time*: 17/06/2021 12:00:00 dengan 2 metode yang berbeda yaitu dengan alat ukur *data logger* terkalibrasi dan dengan *thingspeak*. Penggunaan 2 metode ini untuk melihat akurasi hasil pengukuran sistem IoT dibandingkan dengan nilai acuan pada alat ukur *data logger* testo/174H terkalibrasi yang tertelusur SI (Standar Internasional).

Pengambilan data dengan menggunakan *data logger* terkalibrasi merk testo untuk mengukur suhu. Alat ukur yang dipakai adalah *data logger* manual yang sudah terkalibrasi dan tertelusur SI (Standar Internasional) sehingga bisa dijadikan sebagai acuan untuk menetapkan akurasi alat. Hasil pembacaan *data logger* seperti ditampilkan pada tabel di halaman lampiran.

Data dalam bentuk tabel dilampirkan pada bagian akhir jurnal ini sedangkan dalam bentuk grafik hasil pembacaan suhu dapat dilihat seperti ditampilkan dalam gambar berikut ini :



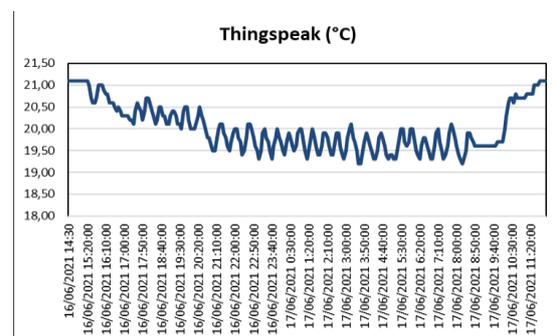
Gambar 7. Grafik Hasil Pengukuran *Data Logger*

Berdasarkan grafik diatas hasil pengukuran suhu *data logger* menunjukkan

suhu tertinggi terjadi pada siang hari 16/06/2021 14:30:00 sampai 16/06/2021 15:05:00 dengan suhu 21,10°C. Sedangkan untuk suhu terendah terjadi pada tiga waktu yaitu 17/06/2021 2:50:00, 17/06/2021 3:35:00 dan 17/06/2021 5:10:00 dengan pencapaian suhu 19,30°C. Rata-rata suhu yang terukur oleh *data logger* adalah 20,08°C.

Pengambilan data suhu dengan *thingspeak* dilakukan diwaktu yang sama dengan pengambilan *data logger*, dibawah ini data hasil ukur sistem dengan *thingspeak* seperti ditampilkan dalam tabel di halaman lampiran.

Dalam bentuk grafik hasil pembacaan suhu dapat dilihat seperti ditampilkan dalam gambar berikut ini :



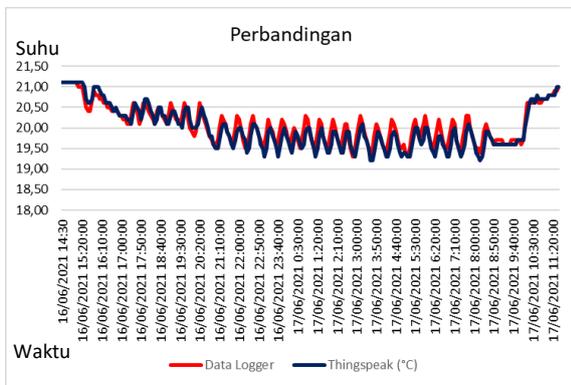
Gambar 8. Grafik Hasil Pengukuran ThingSpeak.

Berdasarkan grafik diatas hasil pengukuran suhu *thingspeak* menunjukkan suhu tertinggi terjadi pada siang hari 16/06/2021 14:30:00 sampai 16/06/2021 15:05:00 dengan suhu 21,10°C. Sedangkan untuk suhu terendah terjadi pada 17/06/2021 3:35:00 dan 17/06/2021 3:40:00 dengan pencapaian suhu 19,20°C. Rata-rata suhu yang terukur oleh *thingspeak* adalah 20,01°C.

Pengolahan data guna mencari perbedaan nilai sensor antara 2 metode yang digunakan yaitu *data logger* dengan

*thingspeak*. Kedua metode ini pasti memiliki hasil pengukuran sehingga perlu dicari nilai perbedaannya. Nilai perbedaan dari kedua metode ini disajikan dalam grafik agar nilai yang berbeda menjadi lebih terlihat. Hasil pengolahan data seperti ditampilkan dalam tabel dalam halaman lampiran.

Dalam bentuk grafik hasil perbandingan pembacaan suhu dapat dilihat seperti ditampilkan dalam gambar berikut ini:

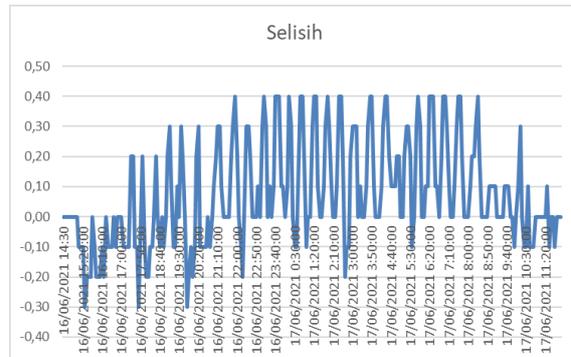


Gambar 9. Grafik perbandingan hasil pengukuran data logger dengan thingspeak.

Melihat grafik pada gambar 9 dapat diketahui bahwa hasil pengukuran data logger cenderung lebih tinggi dari hasil pengukuran thingspeak, namun di beberapa titik hasil pengukuran thingspeak juga terlihat lebih tinggi.

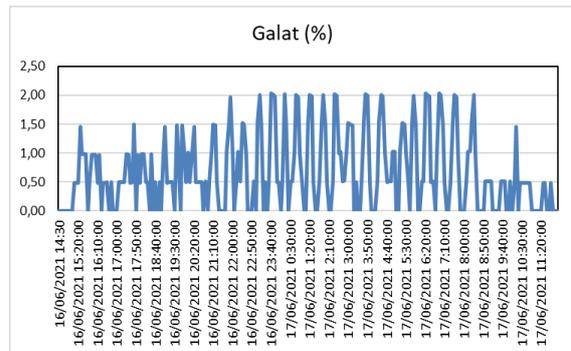
Analisa hasil penelitian adalah tahap yang akan membahas tentang akurasi dan galat dari sistem IoT pemantauan suhu. Analisisnya berdasarkan pada hasil yang diperoleh pada tahap pengolahan data. Nilai perbedaan suhu pada hasil pengolahan data akan dicari galat menggunakan rumus. Galat untuk menentukan apakah alat yang dirancang menghasilkan nilai yang memiliki akurasi tinggi atau juga menghasilkan error yang kecil. Selanjutnya dapat disimpulkan apakah alat yang sudah dibuat layak digunakan atau tidak. Hasil selisih

pengukuran data logger dengan thingspeak dan grafik galat seperti ditampilkan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 10. Grafik selisih hasil pengukuran data logger dengan thingspeak.

Berdasarkan data dan grafik hasil pengukuran data logger dengan thingspeak diatas selisih terendah terjadi pada angka -0,30 dan selisih pengukuran tertinggi pada angka 0,40 dengan begitu rata-rata selisih pada hasil pengukuran data logger dengan thingspeak adalah 0,08.



Gambar 11. Grafik galat hasil pengukuran data logger dengan thingspeak.

Pada data dan grafik hasil pengukuran data logger dengan thingspeak diatas galat terendah terjadi pada angka 0,00 dan selisih pengukuran tertinggi pada angka 2,03 dengan begitu rata-rata galat pada hasil pengukuran data logger dengan thingspeak adalah 0,68.

Berdasarkan data-data yang sudah di dapatkan dalam penelitian ini maka dilakukan *review* keseluruhan kinerja sistem seperti di tampilkan dalam tabel dibawah ini.

**Tabel 2.** Review Hasil Penelitian Data Logger Dengan ThingSpeak.

Instrument name	Aplikasi IOT Sistem Pemantauan suhu		
Start time	: 16/16/2021 14:30:00		
End Time	: 17/06/2021 12:00:00		
Instrument	Minimum	Maximum	Average
Data			
Logger	19,30	21,10	20,08
ThingSpeak	19,20	21,10	20,01
Selisih	-0,30	0,40	0,08
Galat (%)	0,00	2,03	0,68

Hasil perhitungan galat pengukuran *data logger* dengan *ThingSpeak* dapat dilihat sangat kecil dan masih termasuk kedalam kesalahan toleransi karena dibawah 1%, maka sistem IoT pemantauan suhu ruang penyimpanan industri farmasi yang dibuat pada penelitian ini layak dan memiliki akurasi yang baik

## KESIMPULAN

Penelitian ini menggunakan dua metode untuk menguji alat yang dibuat yaitu: pengukuran dengan alat *data logger* yang terkalibrasi dan pengukuran alat yang dibuat menggunakan rekaman data *ThingSpeak*. Alat yang dibuat pada penelitian ini memiliki tingkat akurasi untuk pengukuran suhu. Dengan nilai akurasi suhu 99,32% dengan *error* 0,68%. Penelitian pada sistem pemantauan suhu ruang penyimpanan industri farmasi berbasis *internet of things*, rata-rata galat keseluruhan berada dibawah nilai toleransi 1%.

## DAFTAR PUSTAKA

Arafat. (2016). Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis Internet of Things

(IoT) dengan ESP8266. *Jurnal Ilmiah*, 7(4), 262–268.

BPOM. (2018). Pedoman Cara Pembuatan Obat Yang Baik. *Bpom*, 70–73.

Fikri, Y., Sumardi, S., & Setiyono, B. (2013). Sistem monitoring kualitas udara berbasis mikrokontroler Atmega 8535 dengan komunikasi protokol TCP/IP. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(3), 643-650.

Khedo, K. K., & Chikhooreeah, V. (2017). Low-Cost Energy-Efficient Air Quality Monitoring System Using Wireless Sensor Network. In *Wireless Sensor Networks - Insights and Innovations*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70138>

Li, S., Xu, L. Da, & Zhao, S. (2015). The internet of things: a survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243–259. <https://doi.org/10.1007/s10796-014-9492-7>

Suresh, P., Daniel, J. V., Parthasarathy, V., & Aswathy, R. H. (2014). A state of the art review on the Internet of Things (IoT) history, technology and fields of deployment. *2014 International Conference on Science Engineering and Management Research, ICSEMR 2014*. <https://doi.org/10.1109/ICSEMR.2014.7043637>

Panduardi, F., & Haq, E. S. (2016). Wireless smart home system menggunakan raspberry pi berbasis android. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Terapan*, 3(1), 320-325.

Varshini, B., Yogesh, H., Pasha, S. D., Suhail, M., Madhumitha, V., & Sasi, A. (2021). IoT-Enabled smart doors for monitoring body temperature and face mask detection. *Global Transitions Proceedings*, 2(2), 246–254. <https://doi.org/10.1016/j.gltp.2021.08.0>

- Verma, D., Singh, K. R., Yadav, A. K., Nayak, V., Singh, J., Solanki, P. R., & Singh, R. P. (2022). Internet of things (IoT) in nano-integrated wearable biosensor devices for healthcare applications. *Biosensors and Bioelectronics: X*, 11, 100153.
- Waworundeng, J. M., & Lengkong, O. (2018). Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruang dengan Platform IoT. *Cogito Smart Journal*, 4(1), 94-103.
- Zhong, X. (2022). Construction of power IoT platform under digital transformation. *Energy Reports*, 8, 718-727.