

## Sistem Monitoring Dan Kontrol Suhu Serta Kelembaban Berbasis *Internet of Things* (IoT) Pada Ruang Penyimpanan Kimia Di Laboratorium Kimia Politeknik ATI Makassar

Muhammad Fahrul Rasyid\*<sup>1</sup>, Sitti Wetenriajeng Sidehabi<sup>2</sup>, Al Mahdali<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Politeknik ATI Makassar  
e-mail: 22osp678@atim.ac.id\*

### Abstract

*A chemical storage room in a chemistry laboratory requires proper temperature and humidity control to maintain the quality of chemical substances and prevent hazardous reactions caused by uncontrolled environmental changes. This research aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based temperature and humidity monitoring and control system for the chemical storage room at the Chemistry Laboratory of Politeknik ATI Makassar. The system uses an ESP32 microcontroller as the central controller, two DHT22 sensors to monitor temperature and humidity, as well as an LCD and a web server as data display interfaces. A relay is used as an automatic switch to operate the exhaust fan automatically when temperature or humidity exceeds the predetermined limits. Testing was carried out by comparing the readings from the DHT22 sensors with those from a Krisbow KW06-561 Temperature & Humidity Meter. The test results showed that the system was capable of real-time monitoring of temperature and humidity conditions, with the DHT22 sensor achieving an accuracy level above 94%, and the exhaust fan control operating automatically and responsively. This system is expected to enhance the safety and efficiency of chemical handling in laboratories through IoT-based environmental monitoring and control that is easily accessible and integrable.*

**Keyword:** chemistry laboratory, temperature, humidity, ESP32, DHT22, IoT

### Abstrak

Ruang Penyimpanan bahan kimia di laboratorium kimia membutuhkan kontrol suhu dan kelembaban yang baik, untuk menjaga kualitas bahan kimia serta mencegah terjadinya reaksi berbahaya akibat perubahan lingkungan yang tidak terkendali. Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat sistem monitoring dan kontrol suhu serta kelembaban berbasis Internet of Things (IOT) pada ruang penyimpanan bahan kimia di Laboratorium Kimia Politeknik ATI Makassar. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, dua buah sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembaban, serta LCD dan web server sebagai media tampilan data serta relay sebagai saklar otomatis yang digunakan untuk menjalankan exhaust fan secara otomatis jika suhu atau kelembaban tidak sesuai batas yang ditetapkan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor DHT22 dengan alat pembanding Temperature & Humiditymeter Krisbow KW06-561. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu memantau kondisi suhu dan kelembaban secara real-time dengan tingkat akurasi sensor DHT22 di atas 94%, serta kendali exhaust fan berjalan otomatis dan responsif. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi penanganan bahan kimia di laboratorium melalui monitoring dan kontrol lingkungan berbasis IoT yang mudah diakses dan diintegrasikan.

**Kata kunci:** laboratorium kimia, suhu, kelembaban, ESP32, DHT22, IoT

### 1. Pendahuluan

Laboratorium kimia adalah ruangan khusus yang didalamnya terdapat peralatan dan di lengkapi fasilitas untuk digunakan dalam percobaan-percobaan kimiawi. Laboratorium kimia harus memenuhi standar keamanan seperti menjaga suhu dan kelembaban ruangan tetap stabil, karena adanya bahan atau zat kimia yang sensitif terhadap perubahan kondisi tersebut [1], [2], [3], [4]. Oleh sebab itu, diperlukan pemantauan suhu dan kelembaban secara berkala sebagai antisipasi apabila terjadi perubahan kedua parameter tersebut.

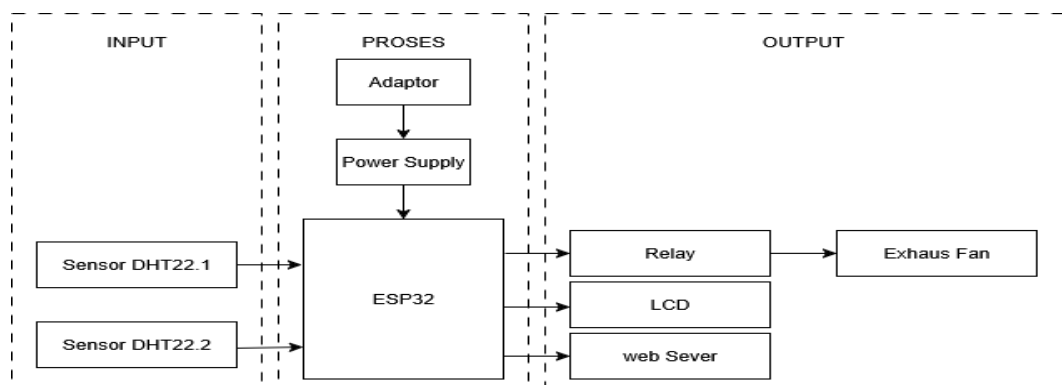
Secara umum, beberapa standar laboratorium menetapkan suhu penyimpanan antara 10-30°C dan kelembaban relative berkisar antara 35-80%, yang dapat berbeda tergantung jenis ruang dan bahan yang disimpan[5], [6], [7], [8], [9]. Namun, untuk penyimpanan bahan kimia di laboratorium khususnya, suhu ideal yang sering direkomendasikan berkisar antara 15-25°C dengan kelembaban relative sekitar 40-60%, karena rentang ini dianggap paling aman dan praktis dalam menjaga kestabilan bahan kimia dan mengurangi resiko kerusakan dan bahaya seperti kebakaran[10], [11], [12], [13].

Kemajuan teknologi, khususnya Internet of Things (IoT), memberikan solusi inovatif untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time dengan efektif melalui penerapan IoT, pengendalian dan optimalisasi kinerja perangkat elektronik maupun kelistrikan dapat dilakukan melalui jaringan internet [14], [15], [16].

## 2. Metode Penelitian

Perancangan dan penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Juni 2025 sampai Agustus 2025 bertempat di Jalan Sultan Alauddin Makassar dan selanjutnya dilakukan pengambilan data di tempat penyimpanan bahan kimia di Laboratorium Kimia Politeknik ATI Makassar.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental yang dilakukan melalui dua tahap yaitu tahap simulasi alat serta tahap pengujian. Dalam proses merancang dan membuat penelitian ini dibuat blok diagram dan Flowchart untuk melihat secara keseluruhan sistem yang dibangun dan hubungan antar sistem tersebut.

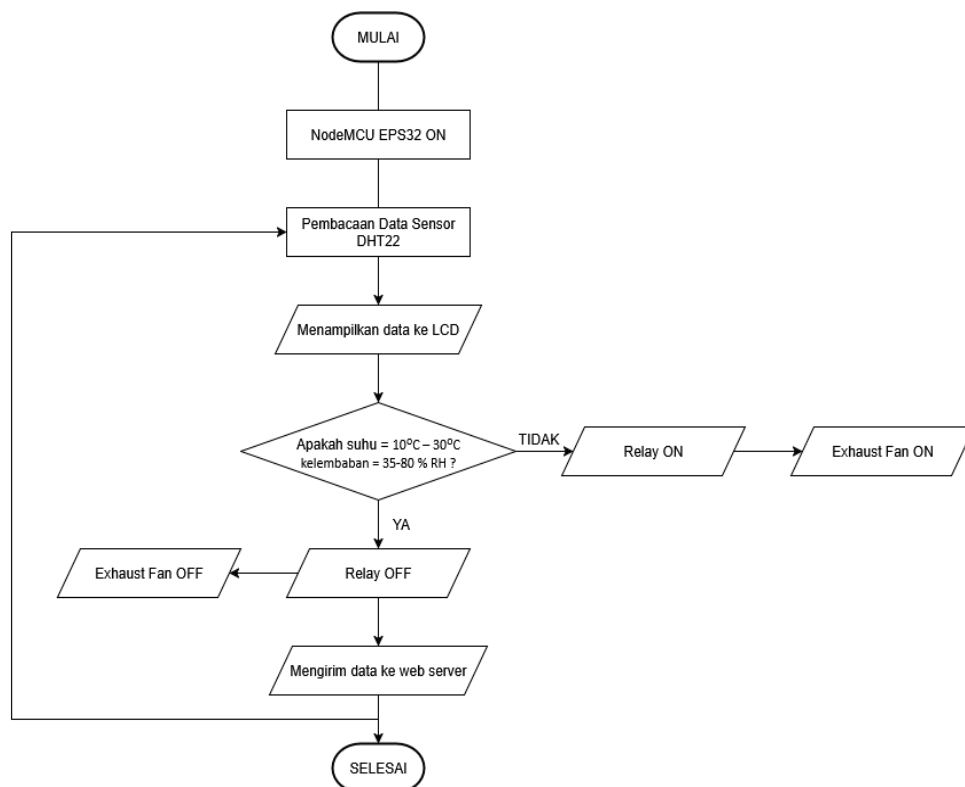


Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Gambar diatas, merupakan diagram blok sistem monitoring dan kontrol suhu serta kelembaban. Gambar diatas menjelaskan bahwa alat menggunakan beberapa komponen fisik dan perangkat lunak yang memiliki kegunaan sebagai berikut:

- Adaptor memberi tegangan awal dari sumber PLN,
- Power Supply mengatur atau menstabilkan tegangan untuk ESP32 dan komponen lainnya.
- ESP32 otak sistem, menerima data dari sensor DHT22, lalu mengirimkan perintah ke relay, LCD, dan Web Server.
- Relay berfungsi sebagai saklar elektronik otomatis yang mengendalikan Exhaust Fan berdasarkan perintah ESP32.
- LCD menampilkan data suhu/kelembaban.
- Web server sebagai platform yang menampilkan data secara real-time kepada pengguna.
- Exhaust Fan beban akhir yang dikendalikan relay.

Mikrokontroler ESP32, yang merupakan jantung dari alat ini, memproses data sensor yang telah didapatkan dari sensor DHT22 yang kemudian data ditampilkan melalui LCD, perintah diteruskan ke relay yang berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengontrol ON/OFF exhaust fan, exhaust fan akan menyala secara otomatis jika suhu dan kelembaban ruangan terdeteksi tidak memiliki suhu 10°C-30°C dan kelembaban 35-80% RH, Kemudian data yang dikirim dari ESP32 diteruskan ke web server sehingga pengguna dapat melakukan monitoring dari komputer atau perangkat mobile. Siklus selesai, sistem akan kembali ke awal dan melakukan pembacaan sensor secara berulang (*continuous monitoring*) dan sistem selesai jika dimatikan.



Gambar 2. Flowchart Sistem

1. Pada Penelitian ini yang diuji yaitu uji kinerja 2 sensor DHT22 dengan membandingkan data hasil alat rancangan dengan alat pembanding (Temperature & Humidity Meter). Melakukan penghitungan akurasi menggunakan rumus:

$$Akurasi (\%) = \left| \frac{R_x}{R_a} \right| \times 100 \%$$

Dimana:

$R_a$  = Data nilai pengukuran alat referensi (Temperature & Humidity meter WBT-Dew Point)

$R_x$  = Data nilai pengukuran sistem (DHT22)

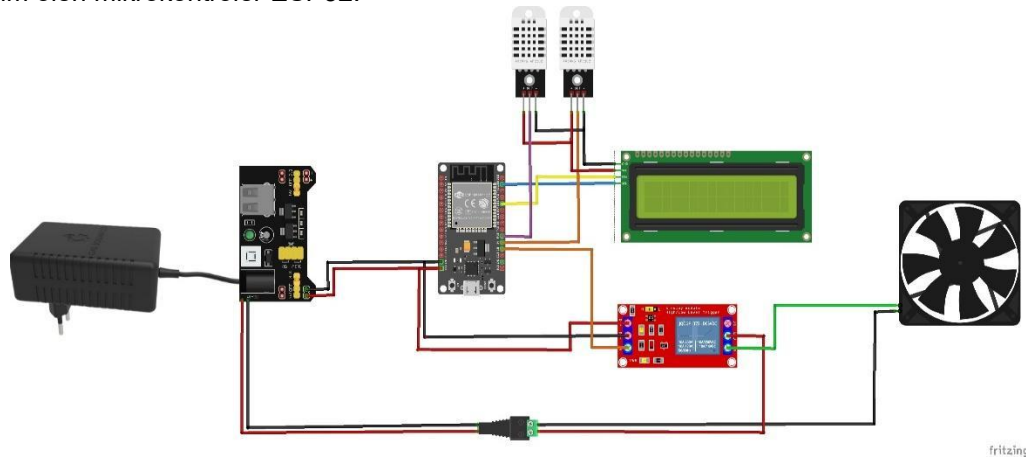
2. Melakukan uji sistem monitoring dengan membandingkan hasil pembacaan yang di tampilkan LCD dengan web server.
3. Melakukan uji sistem Internet of Things dengan menguji apakah web server menampilkan suhu dan kelembaban, dan uji kontrol relay dari web server.
4. Pengujian Sistem secara keseluruhan dengan melihat hasil pengukuran 2 sensor DHT22 yang ditampilkankan LCD dan web server, dan kinerja relay sesuai dengan perintah yang dikirim dari ESP32.

### 3. Hasil dan Diskusi

#### 3.1. Hasil Penelitian

Gambar 3 menampilkan diagram untuk sistem monitoring dan control suhu serta kelembaban berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat di uraikan, sumber daya (Adaptor + Power Supply) Dimana adaptor disambungkan ke modul YwRobot Power Supply. Modul ini akan mengatur output tegangan, lalu menyalurkan listrik ke semua komponen. Pengolahan Data oleh ESP32 dimana mikrokontroler ESP32 menjadi pusat kendali yang bertugas menerima data dari dua sensor DHT22, menyimpan dan membandingkan nilai suhu dan kelembaban dengan standar, menampilkan nilai suhu dan kelembaban di LCD I2C, Menyalakan relay untuk mengaktifkan exhaust fan jika suhu melebihi batas yang ditetapkan. Pembacaan Suhu & Kelembaban menggunakan dua buah sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di ruang penyimpanan bahan kimia di Laboratorium kimia. Data dikirim ke ESP32 secara periodik. Tampilan LCD I2C menampilkan data suhu dan kelembaban. Relay yang

berfungsi sebagai saklar elektronik otomatis Menghubungkan atau memutus aliran listrik ke fan yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. dan pemantauan via web server yang dapat akses melalui browser komputer atau aplikasi mobile data yang dihasilkan oleh sensor DHT22 yang dikirim oleh mikrokontroler ESP32.



Gambar 3. Wiring diagram sistem

### 3.2. Pembahasan

#### 3.2.1. Pengujian Kinerja dan Pengujian akurasi Sensor DHT22

Pengujian akurasi dilakukan untuk memastikan keakuratan data yang dihasilkan oleh sensor DHT22 dibandingkan dengan alat referensi, yaitu Temperature & Humiditymeter. Proses ini bertujuan untuk mengevaluasi performa sensor DHT22 dalam mengukur suhu dan kelembaban. Uji akurasi dilakukan sebanyak 10 kali dan data dicatat per 1 menit. Berikut ini adalah hasil pembacaan sensor DHT22.1 dengan Temperature & Humiditymeter.

Tabel 1. Hasil Pengujian DHT 22.1

No.	Waktu	DHT 22		Temperature & Humiditymeter		Akurasi (%)	
		Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Suhu	Kelembaban
1	09:48	29,7	63,6	28,6	62,1	97,6	96,3
2	09:49	29,6	64,1	28,8	63,0	98,0	97,3
3	09:50	30,1	62,1	29,2	61,3	97,7	97,0
4	09:51	30,2	62,5	29,2	61,9	96,5	96,7
5	09:52	30,3	62,4	29,3	61,3	95,8	96,7
6	09:53	30,5	62,2	29,2	61,9	95,7	95,7
7	09:54	30,7	61,9	29,5	61,7	95,8	96,1
8	09:55	30,9	61,7	29,6	62,0	95,5	95,8
9	09:56	31,0	61,5	29,8	62,2	95,0	96,1
10	09:57	31,2	61,3	30,1	63,0	94,9	96,5
Rata-Rata						96,2	96,4

Pada Tabel 1 diatas merupakan hasil perbandingan pembacaan suhu dan kelembaban dari sensor DHT22.1 dengan Temperature & Humiditymeter. Dapat dilihat dari tabel diatas hasil akurasi pembacaan sensor DHT22.1 yaitu rata-rata akurasi pembacaan suhu yaitu 96,2 % dan akurasi pembacaan kelembaban yaitu 96,4%. Berikut ini adalah hasil pembacaan sensor DHT22.2 dengan Temperature & Humiditymeter.

Pada tabel 2 dapat dilihat perbandingan pembacaan suhu dan kelembaban dari sensor DHT22.2 dengan Temperature & Humiditymeter. Dapat dilihat dari tabel diatas hasil akurasi pembacaan sensor DHT22.2 yaitu rata-rata akurasi pembacaan suhu yaitu 95,5 % dan akurasi pembacaan kelembaban yaitu 95,1%.

Perbandingan hasil pengukuran antara sensor DHT22 dan Temperature & Humiditymeter yang dapat di lihat pada table diatas, dari tabel bisa dilihat Tingkat akurasi

pengukuran suhu dan kelembaban sensor DHT22.1 Ini menunjukkan tingkat akurasi sensor DHT22.1 akurasinya pembacaannya lebih tinggi di banding sensor DHT22.2.

Tabel 2. Hasil Pengujian DHT 22.2

No.	Waktu	DHT 22		Temperature & Humiditymeter		Akurasi (%)	
		Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)
1	09:48	30,3	64,1	28,6	62,1	96,9	94,4
2	09:49	30,2	64,4	28,8	62,8	97,5	95,4
3	09:50	30,7	62,4	29,2	60,7	97,3	95,1
4	09:51	30,7	63,0	29,2	60,3	95,7	95,1
5	09:52	30,9	62,4	29,3	59,8	95,8	94,8
6	09:53	31,1	62,8	29,2	59,5	94,7	93,9
7	09:54	31,2	62,6	29,5	59,3	94,7	94,6
8	09:55	31,1	62,5	29,6	58,9	94,2	95,2
9	09:56	31,2	62,0	29,8	58,4	94,2	95,5
10	09:57	30,9	61,8	30,1	58,2	94,2	97,4
Rata-Rata						95,5	95,1

**3.2.2. Uji Sistem Monitoring**

Pada pengujian sistem monitoring yang di uji adalah kinerja LCD dan web server dalam menampilkan hasil data pengukuran sensor DHT22. Berikut ini dapat dilihat hasil pembacaannya.

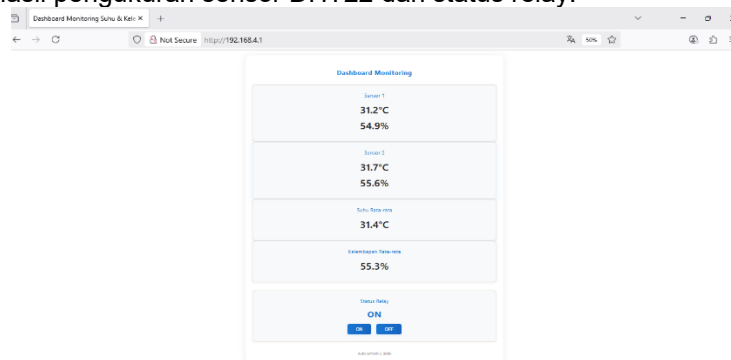
Tabel 3. Hasil Uji Sistem Monitoring

No	Waktu	Hasil Pengukuran DHT22.1				Hasil Pengukuran DHT22.2			
		LCD		Web Sever		LCD		Web Sever	
		Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)
1	10:00	30,8	60,9	30,8	60,9	31,2	61,6	31,2	61,6
2	10:05	31,3	60,5	31,3	60,5	31,8	61,2	31,8	61,2
3	10:10	32,5	59,9	32,5	59,9	32,7	61,0	32,7	61,0
4	10:15	32,8	59,5	32,7	59,6	32,9	59,8	32,8	59,7
5	10:20	33,1	59,0	33,1	59,0	33,6	59,6	33,6	59,6

Pada tabel diatas dapat di lihat perbandingan hasil pembacaan hasil pengukuran pada LCD dan web server. Secara keseluruhan hasil pembacaan pengukuran pada LCD dan web server sama, pada pengukuran kedua terdapat perbedaan hasil pengukuran yang ditampilkan pada LCD dan web server, hal ini di sebabkan karena jeda waktu pengiriman data, frekuensi update data, dan proses pengolahan data pada server berbeda dengan tampilan langsung di LCD yang real-time dan langsung dari sensor.

**3.2.3. Uji Sistem Internet of Things**

Pada pengujian ini bagian yang di uji adalah sistem kerja web server dalam menampilkan hasil pengukuran sensor DHT22 dan status relay.



Gambar 4. Tampilan Web Server

Pada Gambar 4 diatas menunjukkan tampilan dashboard web server yang dapat menampilkan hasil pembacaan suhu dan kelembaban sensor DHT22.1 dan DHT22.2, dalam web server tersebut kita juga dapat mengontrol Relay. Web server dapat diakses menggunakan jaringan lokal yang berasal dari ESP32.

### 3.2.4. Uji Sistem Secara Keseluruhan

Pada pengujian ini yang di uji adalah sistem secara keseluruhan, yang meliputi hasil pengukuran kinerja sensor DHT22, tampilan LCD, tampilan web server dan fungsi relay.

Tabel 4. Hasil Uji Sistem Secara Keseluruhan

No	Waktu	Hasil Pengukuran DHT22.1		Hasil Pengukuran DHT22.2		Kondisi Fan Fan
		Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	
1	09:30	29,7	63,2	30,0	64,1	OFF
2	09:35	30,2	62,5	30,7	63,0	ON
3	09:40	30,6	62,2	31,1	62,6	ON
4	09:45	30,9	61,2	31,2	62,5	ON
5	09:50	30,9	60,8	31,2	62,1	ON

Pada tabel diatas dapat dilihat hasil uji system secara keseluruhan dimana Relay akan aktif Ketika suhu tidak berada pada 10–30 °C atau kelembaban di luar 35–80% RH, dan relay akan mati ketika suhu dan kelembaban pada batas normal.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran sensor DHT22 tingkat akurasi pengukuran jika dibandingkan dengan alat referensi Temperature & Humiditymeter memperoleh akurasi pembacaan suhu pada sensor DHT22.1 96,2 % dan akurasi pembacaan kelembaban yaitu 96,4 %, sedangkan pada DHT22.2 memiliki akurasi suhu 94,5% dan kelembaban 93,5%. Sistem monitoring berbasis IoT yang dibuat mampu menampilkan data suhu dan kelembaban baik pada LCD maupun secara online melalui web server. Hasil pengukuran yang ditampilkan pada LCD dan web server pada dasarnya konsisten, namun terdapat perbedaan kecil pada beberapa pembacaan, hal ini disebabkan oleh jeda waktu pengiriman data, frekuensi pembaruan data, dan proses pengolahan data pada server yang berbeda dengan tampilan langsung di LCD yang real-time. Fitur kontrol otomatis bekerja sesuai logika sistem. Ketika suhu keluar dari rentang 15–30°C atau kelembaban di luar 35–80% RH, relay secara otomatis aktif dan exhaust pan aktif sebaliknya, jika kondisi lingkungan kembali normal, kedua perangkat akan nonaktif. Fungsi ini memastikan lingkungan tetap dalam batas yang diinginkan secara otomatis tanpa campur tangan manual dan pengujian secara menyeluruh membuktikan sistem dapat bekerja stabil baik secara hardware (sensor, aktuator) maupun software (web server, display LCD).

## Referensi

- [1] M. T. Hasan *et al.*, "Impact of Moisture Exposure on Thermal Stability and Safety of Solid-State Batteries," *Adv. Energy Mater.*, vol. 16, no. 15, Apr. 2026, doi: 10.1002/aenm.202506405.
- [2] S. F. Forsido, E. Welelaw, T. Belachew, and O. Hensel, "Effects of storage temperature and packaging material on physico-chemical, microbial and sensory properties and shelf life of extruded composite baby food flour," *Heliyon*, vol. 7, no. 4, p. e06821, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e06821.
- [3] S. Xiaoming, H. He, L. Zaigao, and Z. Xu, "Hazard Analysis and Safety Management Measures for Chemical Experiment Center," *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*, vol. 13, no. 12, pp. 307–312, 2025, doi: 10.18535/ijstrm/v13i12.c01.
- [4] W. Wang, Y. Su, H. Cao, and D. Li, "Enhancing Chemical Laboratory Safety with Hazards Risks Mitigation and Strategic Actions," *Laboratories*, vol. 2, no. 1, p. 5, Feb. 2025, doi: 10.3390/laboratories2010005.

- [5] Y. Zhao *et al.*, “Wide-Humidity Range Applicable, Anti-Freezing, and Healable Zwitterionic Hydrogels for Ion-Leakage-Free Iontronic Sensors,” *Advanced Materials*, vol. 35, no. 22, Jun. 2023, doi: 10.1002/adma.202211617.
- [6] T. A. Kremer, C. Carfaro, and S. Klacik, “Effects of Time, Temperature, and Humidity on Soil Drying on Medical Devices,” *Biomed. Instrum. Technol.*, vol. 57, no. 2, pp. 58–66, Jan. 2023, doi: 10.2345/0899-8205-57.2.58.
- [7] A. E. Ryabova, V. K. Semipyatny, and A. G. Galstyan, “Effects of storage conditions on milk powder properties,” *J. Dairy Sci.*, vol. 106, no. 10, pp. 6741–6758, Oct. 2023, doi: 10.3168/jds.2022-23094.
- [8] F. Khuluza, F. K. Chiumia, H. M. Nyirongo, C. Kateka, R. A. Hosea, and W. Mkwate, “Temperature variations in pharmaceutical storage facilities and knowledge, attitudes, and practices of personnel on proper storage conditions for medicines in southern Malawi,” *Front. Public Health*, vol. 11, Sep. 2023, doi: 10.3389/fpubh.2023.1209903.
- [9] D. Camuffo, A. Della Valle, and F. Becherini, “The European Standard EN 15757 Concerning Specifications for Relative Humidity: Suggested Improvements for Its Revision,” *Atmosphere (Basel)*, vol. 13, no. 9, p. 1344, Aug. 2022, doi: 10.3390/atmos13091344.
- [10] S. Xiaoming, H. He, L. Zaigao, and Z. Xu, “Hazard Analysis and Safety Management Measures for Chemical Experiment Center,” *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*, vol. 13, no. 12, pp. 307–312, 2025, doi: 10.18535/ijrsm/v13i12.c01.
- [11] S. F. Forsido, E. Welelaw, T. Belachew, and O. Hensel, “Effects of storage temperature and packaging material on physico-chemical, microbial and sensory properties and shelf life of extruded composite baby food flour,” *Heliyon*, vol. 7, no. 4, p. e06821, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e06821.
- [12] J. A. Teixeira da Silva, “Room Temperature in Scientific Protocols and Experiments Should be Defined: a Reproducibility Issue,” *Biotechniques*, vol. 70, no. 6, pp. 306–308, Jun. 2021, doi: 10.2144/btn-2020-0131.
- [13] T. McAuley, “Specifications for temperature and humidity in sterile storage environments – Where’s the evidence?,” *Healthc. Infect.*, vol. 14, no. 4, pp. 131–137, Dec. 2009, doi: 10.1071/HI09020.
- [14] M. Alam, Md. M. Islam, N. M. Nayan, and J. Uddin, “An IoT Based Real-Time Environmental Monitoring System for Developing Areas,” *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, vol. 52, no. 1, pp. 106–121, Oct. 2024, doi: 10.37934/araset.52.1.106121.
- [15] H. M. Forhad *et al.*, “IoT based real-time water quality monitoring system in water treatment plants (WTPs),” *Heliyon*, vol. 10, no. 23, p. e40746, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e40746.
- [16] S. Zafar, G. Miraj, R. Baloch, D. Murtaza, and K. Arshad, “An IoT Based Real-Time Environmental Monitoring System Using Arduino and Cloud Service,” *Engineering, Technology & Applied Science Research*, vol. 8, no. 4, pp. 3238–3242, Aug. 2018, doi: 10.48084/etasr.2144.