

PROTOTIPE DEHUMIDIFIER MENGGUNAKAN PELTIER UNTUK PENGENDALI KELEMBABAN ALMARI LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO BERBASIS IOT

Fahrul Prtama Sudibyo¹, M. Taqiyyuddin Alawiy, M. Jasa Afroni

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Malang

fahrulpratama29@gmail.com, taqiyyuddina@unisma.ac.id, mjasa@unisma.ac.id

Abstract

BMKG data source Malang City during 2023 recorded an average air humidity ranging from 60.8% - 80.4%. While the air humidity requirements of 40% to 60%. Laboratory management is very important to maximize the utilization of the laboratory, high humidity can damage the tool or cause inaccuracy of the tool, need to pay attention to the storage of clean tools and moisture maintained. This study aims to design a prototype IoT-based dehumidifier placed in a cupboard used to store electronic devices. By utilizing the peltier effect of thermoelectric controlled using DHT22 sensor with NodeMCU ESP32 as well as Blynk IoT platform to lower air humidity automatically. The working principle of the dehumidifier, where air is attracted through the cooling heatsink so that condensation occurs, then the air will go through the heating heatsink which makes the air released dry and warm. Based on the test results showed that the prototype is able to reduce humidity from 78.1% to 54% and maintain optimal conditions between 55-60% RH. This prototype is environmentally friendly because it does not use a refrigeration system.

Keywords: Dehumidifier, TEC1-12706, DHT22, NodeMCU ESP32, Blynk

Abstrak

Sumber data BMKG Kota Malang selama tahun 2023 tercatat rata-rata kelembaban udara berkisar 60,8% - 80,4%. Sedangkan persyaratan kelembaban udara sebesar 40% sampai 60%. Pengelolaan laboratorium sangat penting dilakukan untuk memaksimalkan pemanfaatan laboratorium, kelembaban tinggi dapat merusak alat atau menyebabkan ketidakakuratan alat, perlu memperhatikan tempat penyimpanan alat yang bersih dan kelembaban terjaga. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe dehumidifier berbasis IoT yang ditempatkan pada almari yang digunakan untuk menyimpan alat-alat elektronik. Dengan memanfaatkan efek peltier dari termoelektrik yang dikontrol menggunakan sensor DHT22 dengan NodeMCU ESP32 serta platform Blynk IoT untuk menurunkan kelembaban udara secara otomatis. Prinsip kerja dehumidifier, dimana udara tertarik melalui heatsink pendingin sehingga terjadi pengembunan, selanjutnya udara akan melalui heatsink pemanas yang menjadikan udara yang dikeluarkan menjadi kering dan hangat. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe mampu menurunkan kelembaban dari 78,1% menjadi 54% dan menjaga kondisi optimal antara 55–60% RH. Prototipe ini ramah lingkungan karena tidak menggunakan sistem refrigerasi.

Kata Kunci : Dehumidifier, TEC1-12706, DHT22, NodeMCU ESP32, Blynk

I. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara yang memiliki iklim tropis lembab di mana iklim tropis lembab sangat sulit ditangani [1]. Kelembaban udara mengacu pada jumlah uap air yang bercampur dengan udara pada suatu waktu dan tempat tertentu, diukur sebagai persentase dari jumlah uap air yang ada dibandingkan dengan jumlah maksimum yang dapat diadopsi oleh udara pada suhu dan tekanan udara tertentu [2].

Sumber data BMKG Karangploso Kota Malang selama tahun 2023 tercatat rata-rata kelembaban udara berkisar 60,8% - 80,4% [3]. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 48 tahun 2016 tentang Standar Keselamatan Dan Kesehatan Kerja. Dimana syarat suhu ruang sebesar 23oC sampai 26oC. Sedangkan persyaratan kelembaban udara sebesar 40% sampai 60% [1]. Bagi manusia kelembaban tinggi

dapat membuat tekanan fisiologis, ketidaknyamanan dan tentunya dapat mengganggu kesehatan. Sedang akibat bagi lingkungan adalah dapat mempercepat korosi logam, mempercepat pertumbuhan jamur atau spora dan lain sebagainya [4].

Untuk mengurangi tingkat kelembaban bisa menggunakan silica gel atau dehumidifier, namun penggunaan silica gel tidak dapat mengontrol tingkat kelembaban, pada umumnya pengontrolan kelembaban menggunakan dehumidifier [4]. Kebanyakan dehumidifier menggunakan sistem Refrigeran, namun sistem ini memiliki dampak buruk pada iklim serta lingkungan yaitu rusaknya lapisan ozon menyebabkan pemanasan global [5]. Dehumidifier bekerja dengan siklus pendinginan dan pemanasan, pertama udara mengalir melalui kumparan pendinginan sehingga terjadi pengembunan atau kondensasi lalu udara dialirkan

ke kumparan pemanas. Karena proses tersebut, maka udara menjadi kering dan hangat [6]. Prinsip kerja Dehumidifier memiliki kesamaan yang ditimbulkan dari efek peltier menyebabkan salah satu sisi modul menjadi dingin dan salah satu sisinya menjadi panas [5].

Laboratorium adalah tempat dan sarana dalam melakukan eksperimen atau kegiatan ilmiah yang terkait dengan bidangnya. Pada laboratorium elektro banyak sekali peralatan elektronik mahal sangat sayang jika tidak disimpan dengan baik. Pada umumnya peralatan elektronik mengandung logam, kelembaban tinggi berpotensi terjadinya korosi pada alat elektronik mengurangi masa produktif peralatan, bahkan menyebabkan gangguan hubungan pendek (konsluting) disebabkan kelembaban tinggi mengandung uap air yang menempel pada komponen [7], [8].

Siti Husnari, Irgi Ahmad F., Fitriyani, Hadma Yuliani (2024). Pengelolaan laboratorium sangat penting dilakukan untuk memaksimalkan pemanfaatan laboratorium. Laboratorium Fisika IAIN Palangka Raya terdiri dari tiga ruangan yaitu Laboratorium Elektronika Laboratorium Fisika Dasar, dan Ruang Workshop, semuanya ruangan mempunyai lemari penyimpanan sendiri-sendiri baik untuk alat atau bahan kimia dengan memperhatikan kebersihan dan kelembaban udara sebagai upaya menjaga alat, pada waktu saat digunakan alat dalam keadaan baik [9]. Hery Suryantoro (2023). Membuat prototipe dehumidifier untuk mengontrol kelembaban udara pada Laboratorium Biomedis dengan menggunakan sensor DHT22 dan Peltier TEC1-12706 Berbasis Arduino. Kelembaban tinggi dapat merusak alat atau menyebabkan ketidak akuratan alat, untuk mencapai kelembaban yang ideal 55% pada ruangan 3m x 4m membutuhkan waktu $\pm$ 2 jam [10].

Bedasarkan hasil studi terdahulu dapat dikatakan pentingnya memperhatikan tempat penyimpanan yang bersih dengan kelembaban udara yang ideal. Namun apa dapat memastikan kelembaban udara tersebut tetap terjaga dalam keadaan ideal terus menerus, dimana kegiatan praktikum di laboratorium tidak dilakukan setiap hari. Seiring berjalannya waktu tidak menuntut kemungkinan akan terjadi abnormal pada perangkat keras, mengakibatkan kelembaban udara tidak bisa dikontrol. Kekurangan ini akan menjadi fokus utama dari penelitian ini untuk dapat diisi.

Untuk menutup kekurangan tersebut, penelitian ini akan menghadirkan sistem prototipe dehumidifier yang berbasis IoT untuk menjaga dan memonitor kelembaban udara secara real time, untuk menjadikan efisiensi dibuatkan almari penyimpanan untuk alat-alat laboratorium yang usai dipakai, karena kegiatan praktikum di laboratorium tidak dilakukan setiap hari. Penelitian

ini akan diimplementasikan pada laboratorium teknik elektro. Internet of Things (IoT) dirancang untuk meningkatkan efisiensi operasional, dapat memantau kondisi lingkungan secara real-time, sistem memberikan informasi yang tepat waktu sehingga pengusaha dapat mengambil tindakan cepat [11]. Dengan menggunakan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban, serta mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis IoT terhubung dengan server Blynk dan memanfaatkan efek peltier dari termoelektrik untuk proses dehumidifikasi.

II. METODE PENELITIAN

1. Tahap Perencanaan

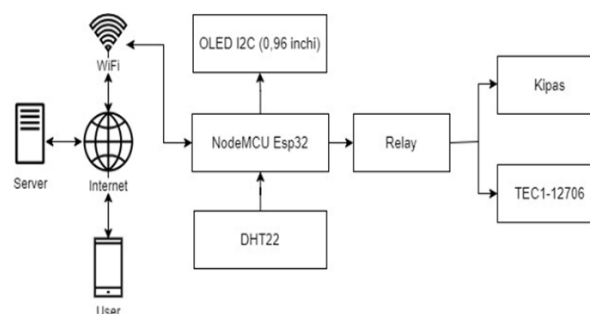
Penelitian ini dilakukan dengan metode perancangan. Dimulai dari identifikasi masalah, observasi studi literature, pengumpulan data, konsep perencanaan, dan pembuatan alat. Pada langka awal yaitu pengumpulan data yang berkaitan dengan kelembaban udara, prinsip kerja termoelektrik dan sistem dehumidifikasi yang berbasis IoT.

2. Alat dan Bahan

Tabel 2.1 Daftar Komponen Penelitian

No.	Nama	Jumlah
1	TEC-12706	2
2	Kipas DC 12V	2
3	Heatsink	3
4	DHT22	1
5	Relay 30 A	1
6	OLED I2C 0,96 Inch	1
7	NodeMCU ES32	1
8	Power Supply	1

3. Blok Diagram Sistem

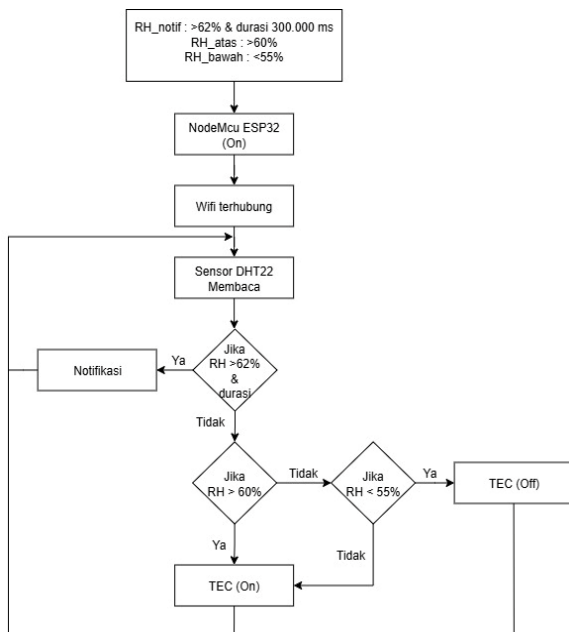


Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem

Pada Gambar 2.1 block diagram sistem yang dibuat bertujuan dalam merancang dan mengetahui prinsip kerja sistem yang terdiri dari 7

bagian. Bagian pertama terdapat NodeMCU Esp32 sebagai pengendali sistem. Bagian kedua OLED I2C untuk menampilkan nilai suhu dan kelembaban. Bagian ketiga DHT22 sebagai sensor suhu dan kelembaban. Bagian keempat terdapat relay untuk mengontrol kipas dan TEC1-12706, jika nilai kelembaban udara <55% maka relay akan Off dan bila nilai kelembaban udara >60% maka relay akan On. Bagian kelima terdapat kipas sebagai fungsi mensirkulasikan udara untuk melewati beberapa siklus dehumidifikasi. Bagian keenam terdapat TEC1-12706 dengan *heatsink* yang berfungsi agar penyebaran dingin dan panas menjadi lebih maksimal [5]. Bagian ketujuh yaitu internet sebagai jembatan antara *user* dengan NodeMCU Esp32 yang melalui Blynk Cloud sebagai sistem IoT. IoT banyak digunakan pada sistem kendali jarak jauh karena lebih efisien dan efektif [12].

4. Flowchart Sistem Dehumidifier



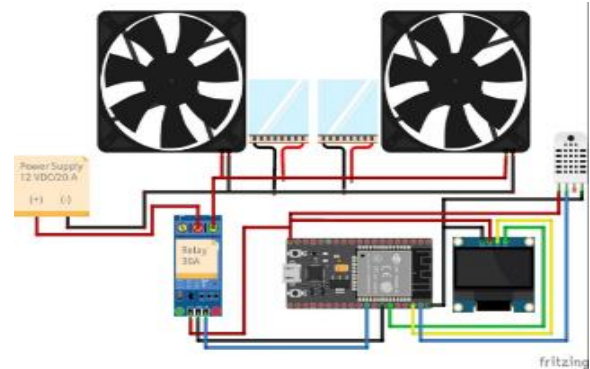
Gambar 2.2 Flowchart Sistem Dehumidifier

Adapun penjelasan flowchart mengenai cara kerja sistem dehumidifier sebagai berikut :

1. Mendeklarasikan nilai RH_notif >62% dengan durasi 300.000 ms, nilai RH_atas >60%, serta nilai RH_bawah <55% sebagai acuan sistem bekerja.
2. Dikontrol dengan menggunakan Node MCU ESP32.
3. Node MCU ESP32 terhubung dengan wifi untuk bisa mengirim data kelembaban dan notifikasi ke aplikasi blynk.
4. Sensor DHT22 membaca nilai kelembaban udara (RH%).

5. Jika nilai RH >62% dengan durasi 300.000 ms maka akan mengirimkan notifikasi kepada *user* melalui aplikasi blynk.
6. Jika nilai RH >60% maka akan mengaktifkan TEC secara otomatis, jika nilai RH <55% akan mematikan TEC secara otomatis dan dilanjut pembacaan sensor DHT22.

5. Perancangan Keseluruhan Alat



Gambar 2.3 Wiring Prototipe Dehumidifier

Beberapa komponen seperti TEC-12706, kipas, DHT22, OLED, Relay, NodeMCU ESP32 yang dihubungkan menjadi satu rangkaian pada sistem *dehumidifier*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian DHT22

Pembacaan DHT22 akan masuk ke pin D23 pada NodeMCU ESP32, hasil pembacaan dari DHT22 akan dibandingkan dengan Fluke 971 untuk mengetahui nilai error sensor DHT22, maka didapatkan nilai persamaan sebagai berikut.

$$Error = \frac{\text{Nilai acuan} - \text{Nilai sebenarnya}}{\text{Nilai sebenarnya}} \times 100\%$$

Tabel 3.1 Hasil Kalibrasi DHT22 Dengan Fluke 971

DHT22 (RH %)	FLUKE 971 (RH %)	Error (%)
51,1	51,9	1,54
52,3	52,7	0,76
53,9	56,5	4,60
53,7	55,2	2,72
53,7	54,6	1,65
53,7	54,5	1,47
53,7	54,3	1,10
53,7	53,5	0,37
53,7	54,8	2,01
53,7	55,0	2,36
Rata-rata error		1,86

Proses kalibrasi DHT22 dengan Fluke 971 didapatkan hasil pengujian ini, sensor DHT22 cenderung lebih stabil dan rata-rata nilai error 1,86 %.

2. Pengujian Perangkat Lunak IoT

Pengujian ini untuk mengetahui apakah NodeMCU ESP32 dapat terhubung dengan wifi dan dapat mengirimkan data ke server blynk melalui jaringan internet, untuk bisa memonitor nilai kelembaban. Perancangan sistem *dehumidifier* berbasis IoT dibuat untuk menjaga kelembaban di dalam Almari.



Gambar 2.4 Tampilan Pada Aplikasi Blynk



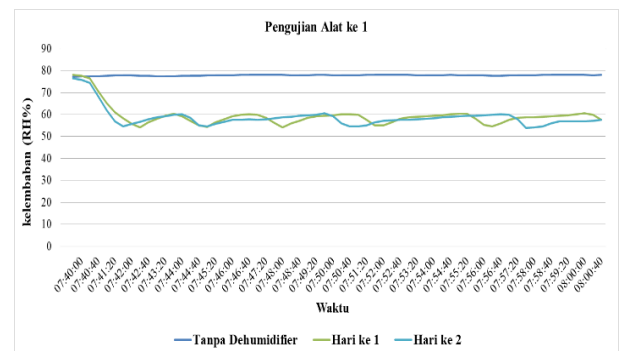
Gambar 2.5 Notifikasi Pada Aplikasi Blynk

Jadi hasil dari pengujian ini adalah NodeMCU ESP32 dapat tersambung dengan wifi dan berhasil terhubung dengan server Blynk, dimana nilai suhu dan kelembaban dapat dilihat melalui aplikasi Blynk pada android, apabila nilai kelembaban lebih dari 62% selama 5 menit aplikasi Blynk akan mengirim notifikasi.

Maka dapat disimpulkan Blynk IoT sangat membantu dalam memonitoring secara real time kelembaban udara dalam almari laboratorium teknik elektro dan dengan adanya notifikasi dapat memberitahukan keadaan kelembaban udara yang tinggi, yang kemungkinan besar disebabkan adanya abnormal pada *dehumidifier* dengan begitu memberikan respon cepat kepada pengguna, selama NodeMCU ESP32 masih terhubung dengan jaringan Internet.

3. Pengujian *Dehumidifier* ke 1

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja *dehumidifier* yang berbasis IoT. Dengan demikian diharapkan *dehumidifier* dapat menurunkan kelembaban di dalam almari. Pengujian dilakukan pada saat almari dalam keadaan kosong, kondisi TEC-12706 tidak menyala atau tidak ada proses penurunan kelembaban udara, dan pada kondisi TEC-12706 menyala atau adanya proses penurunan kelembaban udara. Kelembaban udara ideal sebesar 40% sampai 60% [1] Pada saat TEC-12706 menyala atau proses *dehumidifier* menyala, dimana *dehumidifier* menyala pada nilai RH >60%, dan *dehumidifier* tidak menyala pada nilai RH <55%



Gambar 3.1 Grafik Hasil Pengujian Tanpa *Dehumidifier* dan Menggunakan *Dehumidifier*

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan selama 21 menit, dengan pengambilan data setiap 20 detik sekali grafik menunjukkan bahwa pada saat *dehumidifier* atau TEC-12706 dalam keadaan mati nilai kelembaban berbeda sangat signifikan dibandingkan dengan pada saat alat *dehumidifier* telah dinyalakan, seperti yang bisa dilihat pada Gambar 3.1. Pada keadaan *dehumidifier* mati nilai RH cenderung tinggi dengan nilai 77,1% – 78,1% dan rata-rata adalah 77,9%. Hal ini menunjukkan bahwa angka tersebut tidak ideal.

Pada hari ke 1 pukul 07:39:40 nilai RH awal sebelum *dehumidifier* dinyalakan adalah 78,1%, setelah *dehumidifier* dinyalakan pada pukul 07:41:40 nilai RH menurun menjadi 58,4% yang berarti kelembaban telah mencapai *range* ideal untuk penyimpanan alat elektronik, namun *dehumidifier* tetap menyala hingga mencapai nilai RH yang telah ditentukan yaitu kurang dari 55%. Pada pukul 07:42:20 kelembaban menunjukkan nilai dibawah 55% yaitu 54,2% sehingga *dehumidifier* mati secara otomatis. Setelah beberapa saat *dehumidifier* mati kelembaban udara mulai naik dan pada pukul 07:43:40 nilai RH menunjukkan angka 60,3% sehingga *dehumidifier* secara otomatis kembali menyala karena nilai RH telah melebihi 60%.

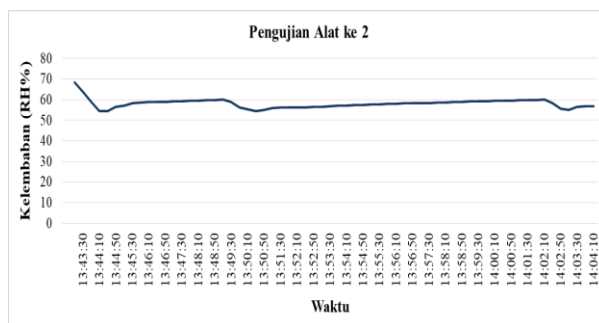
Pada pengujian hari ke 2 pada pukul 07:39:40 didapatkan nilai RH awal sebelum *dehumidifier*

dinyalakan adalah 76,4%, setelah dinyalakan kelembaban dalam almari mulai menurun pada pukul 07:41:20 nilai RH sudah mencapai *range* yang ideal yaitu 56,9% akan tetapi *dehumidifier* masih dalam keadaan menyala sampai nilai RH turun kurang dari 55%. Pada pukul 07:41:40 nilai RH sudah kurang dari 55% yaitu 54,5% maka *dehumidifier* mati secara otomatis. Ketika *dehumidifier* mati kelembaban udara dalam almari mulai naik kembali pada pukul 07:44:00 menunjukkan nilai RH 60,1% membuat *dehumidifier* kembali menyala, dengan demikian kelembaban dalam almari akan terkontrol.

Dari data pengujian hari ke 1 dan hari ke 2 yang telah dilakukan menunjukkan bahwa seiring berjalannya waktu kelembaban dalam almari cenderung lebih stabil sehingga membuat *Dehumidifier* lebih lama mati, kelembaban udara yang terjaga akan membuat alat-alat laboratorium terlindungi dari potensi tumbuhnya jamur atau spora, dan korosi yang diakibatkan oleh kelembaban udara yang tinggi, pada saat proses dehumidifikasi uap air yang menempel pada heatsink sisi dingin sangat sedikit dikarenakan volume almari yang kecil.

4. Pengujian *Dehumidifier* ke 2

Pengujian alat yang ke 2 ini bertujuan untuk mengetahui performa *dehumidifier* pada kondisi almari dengan penambahan beberapa alat-alat elektronik yang diletakkan di dalamnya.



Gambar 3.2 Grafik Pengujian ke 2

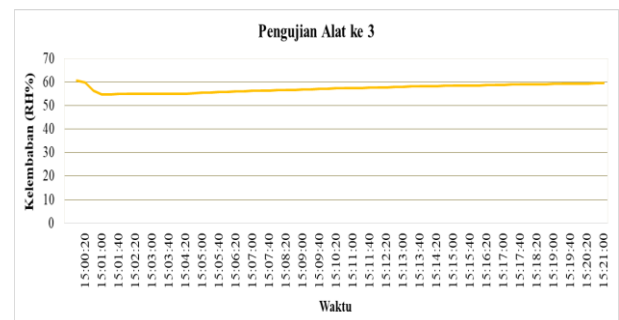
Bedasarkan data yang diperoleh RH awal pada pukul 13:43:10 adalah 68,3% yang artinya kelembaban tersebut terlalu tinggi, setelah 1 menit *dehumidifier* menyala kelembaban telah menunjukkan angka 54,4%, dengan demikian *dehumidifier* mati secara otomatis. Karena *dehumidifier* telah mati sehingga kelembaban udara kembali naik secara perlahan, dan pada pukul 13:49:10 ketika kelembaban menunjukkan angka 60% *dehumidifier* kembali menyala secara otomatis, hingga pukul 13:50:30 kelembaban telah mencapai 54,6% sehingga *dehumidifier* kembali mati secara otomatis.

Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan alat-alat elektronik di

dalam almari dapat membuat kelembaban di dalamnya bisa lebih cepat untuk diturunkan dan nilai RH ideal bertahan lama jika dibandingkan dengan pengujian tanpa penambahan alat-alat elektronik, hal ini disebabkan karena dengan penambahan alat-alat elektronik di dalam almari menyebabkan berkurangnya volume udara di dalam almari.

5. Pengujian *Dehumidifier* ke 3

Pengujian ini adalah lanjutan dari pengujian yang kedua, namun dalam pengujian yang ketiga ditambahkan lebih banyak alat-alat elektronik yang diletakkan di dalam almari.



Gambar 3.3 Grafik Pengujian ke 3

Bedasarkan data yang diperoleh di dapatkan grafik seperti pada gambar diatas. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa nilai RH awal pada pukul 15:00:00 adalah 60,6%, setelah 1 menit *dehumidifier* menyala yaitu pukul 15:01:00 kelembaban telah menunjukkan angka 54,7%, dengan demikian *dehumidifier* mati secara otomatis. Karena *dehumidifier* telah mati sehingga kelembaban udara kembali naik secara perlahan, namun hingga akhir waktu pengujian nilai RH maximal menunjukkan angka 59,5% sehingga *dehumidifier* tetap dalam kondisi mati.

Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan alat-alat elektronik yang lebih banyak di dalam almari dapat membuat kelembaban di dalamnya bisa cepat untuk diturunkan dan nilai RH ideal dapat bertahan hingga akhir waktu pengujian, hal ini dikarenakan dengan penambahan lebih banyak alat-alat elektronik di dalam almari menyebabkan semakin memperkecil volume udara di dalam almari.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. prototipe ini dirancang dengan menggunakan sensor DHT22, dan NodeMCU ESP32 untuk melakukan penurunan kelembaban secara otomatis sampai mencapai nilai RH 55%, serta menghubungkan NodeMCU ESP32

- dengan Blynk IoT melalui jaringan internet untuk dapat memonitoring secara *real time* dan dapat mengirimkan notifikasi. Alat ini efektif dalam menurunkan kelembaban udara dari nilai RH 77,9% menjadi nilai RH 55% dengan waktu 2 menit 20 detik.
2. Sebelum menggunakan *dehumidifier* almari laboratorium teknik elektro memiliki nilai RH antara 77,1% - 78,1% dengan nilai rata-rata RH 77,9% yang berarti kelembaban udara tersebut tidak ideal, dengan menggunakan *dehumidifier* kelembaban dalam almari cenderung lebih stabil dan terkontrol pada *range* nilai RH 54% - 60,6% yang menunjukkan kelembaban udara dalam almari sudah ideal untuk penyimpanan alat elektronik. Disaat proses dehumidifikasi uap air yang menempel pada heatsink sisi dingin sangat sedikit dikarenakan volume almari yang kecil.
- ### DAFTAR PUSTAKA
- [1] I. P. Fadhila, "Evaluasi Suhu Dan Kelembapan Ruang Kuliah Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga," *Heal. Tadulako J. (Jurnal Kesehat. Tadulako)*, vol. 10, no. 1, pp. 48–55, 2024, doi: 10.22487/htj.v10i1.977.
 - [2] Geograf, "Pengertian Kelembaban Udara," *Geograf.id*, 2023. <https://geograf.id/jelaskan/pengertian-kelembaban-udara/> (accessed Jun. 09, 2024).
 - [3] B. P. S. Kota Malang, "Pengamatan Kelembaban Udara di Kota Malang," *Badan Pusat Statistik*, 2023. <https://malangkota.bps.go.id/indikator/151/511/1/pengamatan-kelembaban-udara-di-kota-malang.html> (accessed Jun. 20, 2024).
 - [4] Muchammad, "Penyerapan Uap Air Pada Alat Uji Dehumidifier," *Momentum*, vol. 2, no. 2, pp. 32–40, 2006.
 - [5] A. Rozaq, M. J. Afroni, and S. Sugiono, "Prototipe Sistem Portable Room Cooler Menggunakan Elemen Peltier Berbasis Arduino Uno R3," *Sci. Electro*, vol. 13, no. 1, 2021.
 - [6] B. Tehnik, "Cara Kerja Dehumidifier," *Best Air Dehumidifier*, 2015. <https://www.bestairdehumd.com/new/cara-kerja-dehumidifer/> (accessed Jun. 01, 2024).
 - [7] M. Akhadi, "Korosi Pada Peralatan Elektronik," *Elektro Indonesia*, 2000. <https://www.elektroindonesia.com/elektro/el-ek32.html> (accessed May 12, 2024).
 - [8] I. I. Palavi, "Studi pengaruh humidity terhadap laju korosi menggunakan inhibitor daun gambir sebagai penanganan korosi pada pipa salur minyak bumi," 2022, [Online]. Available: <https://repository.uir.ac.id/18349/1/153210136.pdf>
 - [9] S. Husnari, I. A. Fahreza, F. Fitriyani, and H. Yuliani, "Pelaksanaan Pengelolaan Laboratorium Fisika di IAIN Palangka Raya," *Lead. J. Manaj. Pendidik. Islam*, vol. 2, no. 1, pp. 186–206, 2024, doi: 10.32939/ljmpi.v2i1.3805.
 - [10] H. Suryantoro, "Prototipe Dehumidifier untuk Monitoring Kelembaban Laboratorium Biomedis Menggunakan Sensor DHT22 dan Peltier TEC1-12706 Berbasis Arduino," *Indones. J. Lab.*, vol. 4887, no. 3, p. 79, 2023, doi: 10.22146/ijl.v0i3.88033.
 - [11] M. A. A. Alfariz, "PROTOTYPE MONITORING DAN CONTROLING SUHU DAN KELEMBABAN PADA KANDANG AYAM PETELUR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," *J. Kaminari*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2025, [Online]. Available: <https://ftkunsurya.com/jteus/index.php/jteus/article/view/1>
 - [12] O. B. Cahyono, M. J. Afroni, and B. M. Basuki, "Monitoring Dan Pengatur Kelembaban Pada Model GreenHouse Tanaman Krisan Menggunakan Telegram Berbasis Internet of Things (IoT) Di Kota Batu," *Sci. Electro*, vol. 13, no. 1, pp. 1–6, 2021.