

Prototipe Dehumidifier untuk Monitoring Kelembaban Laboratorium Biomedis Menggunakan Sensor DHT22 dan Peltier TEC1-12706 Berbasis Arduino

Hery Suryantoro^{1,*}

¹Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

*Corresponding author. E-mail: 035204405@uii.ac.id

Submisi: 15 Agustus 2023 ; Penerimaan: 24 Oktober 2023

ABSTRAK

Laboratorium biomedis adalah tempat di mana penelitian kesehatan dilakukan. Sangat penting untuk melindungi perangkat biomedis yang disimpan di laboratorium terhadap pengaruh suhu dan kelembaban. Jika suhu terlalu dingin dan kelembaban terlalu tinggi, dapat merusak perangkat. Pakar kesehatan merekomendasikan kelembaban atau biasa disebut dengan Relative Humidity (RH) antara 45% - 65%, sebagai tingkat yang ideal. Bagaimana cara mengetahui tingkat kelembaban didalam ruangan laboratorium biomedis. Pada penelitian ini dibuat prototype dehumidifier menggunakan arduino uno, sensor DHT22 sebagai pendeteksi kelembaban udara, peltier TEC12706 untuk proses dehumidifikasi penyerapan uap air dan LCD sebagai tampilan indikator. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur, perancangan alat, pembuatan alat, evaluasi. Pengambilan data dilakukan dengan menempatkan dehumidifier pada ruangan yang mempunyai kelembaban udara tinggi. Berdasarkan hasil pengamatan dehumidifier terbukti cukup efektif untuk menurunkan nilai kelembaban udara/humidity dengan ukuran ruangan 3m x 4m dari kondisi tidak ideal 70% mencapai kondisi ideal 55% dalam waktu ± 2 jam. Hasil kalibrasi sensor DHT22 memiliki nilai error yang relatif kecil yaitu 0,7% RH terhadap alat ukur yang terkalibrasi

Kata kunci: Dehumidifier; Hygrometer; Kelembaban Udara; Peltier TEC12706

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kelembaban adalah tingkat kebasahan di udara (jumlah air di udara) yang dinyatakan sebagai persentase dari titik jenuhnya. Udara jenuh dengan kelembaban 100% ketika 1m³ udara pada suhu 30°C mengandung 30-gram uap air. Pada suhu 20°C mengandung 17-gram uap air.[1]

Satuan yang biasa digunakan untuk kelembaban adalah RH, yang merupakan singkatan dari *Relative Humidity* atau kelembaban relatif. RH adalah satuan ukuran yang menyatakan jumlah tetesan air di udara pada suhu tertentu yang dibandingkan dengan jumlah maksimum tetesan air yang dapat berada di udara pada suhu tersebut. *RH*

dinyatakan sebagai presentase. Udara panas dapat menampung lebih banyak tetesan air daripada udara dingin. Semakin tinggi nilai RH, semakin banyak kondensasi yang terjadi. 100% RH berarti tetesan air di udara akan langsung mengembun. Kelembaban yang ideal adalah 45 - 65% RH. 50% RH berarti udara diisi dengan setengah jumlah air yang dapat ditahan diudara.[2]

Laboratorium biomedis adalah laboratorium penelitian yang dilengkapi dengan peralatan medis terbaru bersertifikat internasional untuk keperluan medis dan penelitian. Laboratorium ini mencakup berbagai topik rekayasa biomedis termasuk analisis suara batuk, elektrofisiologi dan ilmu saraf, citra biomedis dan pemrosesan sinyal, dan sistem

pemantauan kesehatan porTabel. Laboratorium ini memiliki peralatan medis Stetoskop Elektronik, Sistem 10-20 EEG, Perangkat Vital Signs, perekam data biosignal porTabel, dan prototipe perangkat biomedis lainnya. Laboratorium biomedis dibangun dengan sistem kedap suara sehingga suara dari luar tidak bisa terdengar dari dalam, tetapi ruangan ini tidak memiliki ventilasi udara yang baik untuk sirkulasi udara.

Laboratorium sangat krusial bagi proses manusia dalam perkembangan sains dan teknologi, misalnya dalam melakukan uji penelitian yang berkaitan dengan kesehatan manusia. Berbagai keperluan laboratorium berhubungan dengan peralatan instrumen yang sensitif terhadap faktor suhu dan kelembaban. Jika kelembaban terlalu tinggi atau terlalu rendah, maka bisa menimbulkan persoalan yang lebih fatal seperti mempengaruhi hasil akurasi, untuk kebutuhan penelitian dan menyebabkan pertumbuhan mikroba dan bakteri pada parameter alat.

Hal ini penting untuk dicegah, oleh karena itu laboratorium harus dilengkapi dengan peralatan yang mampu untuk menjaga tingkat kelembaban udara. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Nomor : 1405/Menkes/SK/XI/2002 Tanggal : 19 Nopember 2002 tentang syarat dan tata cara penyelenggaraan kesehatan lingkungan kerja perkantoran bahwa syarat suhu udara dalam ruangan antara 18 – 28°C dan kelembaban ruangan antara 40% - 60% RH. Jika suhu udara diluar ruangan < 18°C perlu menggunakan pemanas udara, bila kelembaban udara ruang kerja > 60 % perlu menggunakan *dehumidifier* [3].

Dehumidifier adalah perangkat yang dapat mengurangi kelembaban dari udara. Alat ini mengekstraksi udara lembab dengan bantuan kipas, yang meniupnya melalui beberapa pipa dingin.

Melalui tabung ini, uap air di udara mengembun dan menetes ke bagian khusus tabung. Udara kering dihembuskan kembali ke dalam ruangan. Siklus ini berulang beberapa kali dan pengeringan udara terjadi lebih dari satu kali. [4]

Dehumidifier yang lebih umum adalah sistem refrigerasi kompresi uap, pendingin dengan pemanas listrik terintegrasi dan penggunaan gas panas yang dihasilkan oleh kompresor. Kelemahan dehumidifier jenis ini antara lain dimensinya yang relatif besar, kebisingan, getaran dan keramahan lingkungan yang lebih rendah karena penggunaan refrigeran. Salah satu solusi kekurangan dehumidifier jenis ini adalah dengan menggunakan dehumidifier dengan teknologi termoelektrik.[5] Dehumidifikasi adalah proses kondensasi parsial dimana uap yang terkondensasi dihilangkan [6].

Mengetahui hal diatas maka penting untuk menjaga lingkungan pekerjaan laboratorium yang nyaman. Umumnya ada pada suhu dan kelembaban yang ideal. Oleh karena itu maka penulis merancang prototipe alat *dehumidifier* yang dilengkapi dengan thermo elektrik peltier dan sensor kelembaban untuk menjaga tingkat kelembaban dengan tujuan agar didapatkan kelembaban yang ideal.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat prototipe alat yang dapat menjaga kelembaban laboratorium biomedis antara 45% - 65% RH sebagai tingkat kelembaban yang ideal.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dibagi beberapa metode tahapan yang diimplementasikan yaitu: studi literatur, perancangan alat, pembuatan alat, evaluasi. Pada tahap pertama adalah melakukan pengumpulan informasi yang

berhubungan dengan parameter kelembaban udara, proses *dehumidifier*, konsep dasar termoelektrik, spesifikasi sensor, cara pengukuran kelembaban udara.

Alat dan Bahan

1. Arduino Uno

Arduino adalah mikrokontroler *single-board open source* yang dirancang untuk membuat elektronik lebih mudah digunakan di berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor Atmel AVR dan perangkat lunaknya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino Uno memiliki 14 pin I/O digital, 6 input analog, *osilator kristal 16MHz*, antarmuka USB, konektor daya, *header ICSP*, dan tombol reset.[7]

2. DHT22

DHT-22 adalah sensor suhu dan kelembaban. Sensor ini memiliki *output* berupa sinyal digital. Sensor ini menampilkan penyesuaian dan kompensasi suhu ruangan yang tepat dengan nilai koefisien yang disimpan dalam memori OTP *on-board*. Sensor DHT22 memiliki rentang pengukuran suhu dan kelembaban yang luas. [8]

3. Thermoelectric Peltier TEC1-12706 Cooler Kit

Efek Peltier menjelaskan bahwa arus listrik yang mengalir dalam dua konduktor yang terhubung berbeda menciptakan efek pendinginan di satu sisi dan efek pemanasan di sisi lain.[8] Penggunaan termoelektrik sebagai penurun kelembaban dilaporkan oleh Vian et al.[9] Modul pendingin termoelektrik peltier adalah pompa panas *solid-state* yang menggunakan aliran arus DC untuk mentransfer panas dari satu sisi perangkat (sisi dingin) ke sisi lain perangkat (sisi panas).[10]

4. LCD OLED 128x64

LCD OLED 128x64 bertipe SSD1306 ini merupakan layar OLED dengan resolusi 128 piksel (lebar), 64

piksel (tinggi) dan ukuran layar 0,96 inci. Tipe SSD1306, yang memfasilitasi pemrograman LCD ini. Tegangan pengoperasian pengontrol SSD1306 adalah 1,65 hingga 3,3 volt.[11]

Perancangan Alat

Perancangan alat meliputi beberapa tahap yaitu: merencanakan bentuk alat, merencanakan penempatan komponen pendukung yang benar, dan pemilihan komponen dan bahan yang akan digunakan. Gambar 1 menunjukkan desain *dehumidifier*.



Gambar 1. Desain bentuk dehumidifier

1. Desain Rangkaian Sensor DHT22 Dengan Arduino

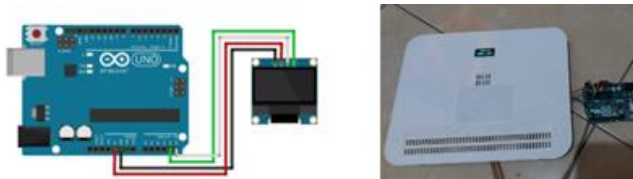
Sensor DHT22 digunakan untuk memonitoring suhu dan kelembaban ruangan. Mampu mendeteksi kelembaban antara 0 hingga 100% RH dan suhu -40°C hingga $+80^{\circ}\text{C}$. Pin 3 sensor DHT22 tidak terhubung ke arduino. Pin DHT 22 dihubungkan ke pin digital 12, pin 1 DHT sebagai sumber tegangan 5V dan pin 4 DHT untuk *ground*. Gambar 2. Menunjukkan *interfacing* sensor DHT 22 ke arduino.

2. Desain Rangkaian LCD OLED 128x64 Dengan Arduino

Hubungan antara LCD 128x64 dengan Arduino ditunjukkan pada Gambar 3. Digunakan untuk menampilkan hasil keluaran dari pembacaan sensor kelembaban. Layar LCD Oled 0.96 inci berkomunikasi dengan pin Arduino, hanya dua yang digunakan, yaitu SDA dan SCL. Dari hasil pemantauan sensor DHT22 ditentukan tingkat kelembaban, apakah nilai kelembaban udara yang didapat ideal atau tidak ideal.



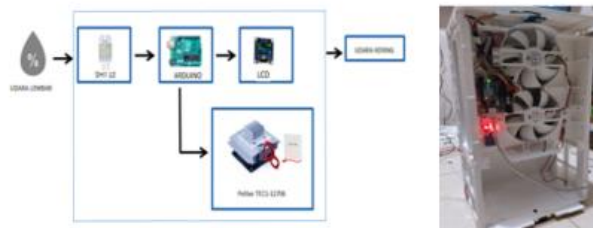
Gambar 2. Interfacing sensor DHT 22 ke arduino.



Gambar 3. LCD OLED 128x64 bertipe SSD1306 ke arduino



Gambar 4. Peltier TEC12706 ke Arduino



Gambar 5. Blok Diagram Sistem Dehumidifier

3. Desain Rangkaian Peltier TEC12706 Dengan Arduino

Peltier TEC12706 terdiri dari beberapa komponen yaitu kipas, *heatsink* untuk sisi panas dan sisi dingin, sebuah peltier TEC12706 yang berfungsi untuk mengubah panas menjadi dingin. Peltier TEC12706 bekerja dengan sumber tegangan 12 volt. Gambar 4 menunjukkan rangkaian arduino ke peltier TEC12706.

Prinsip Kerja Dehumidifier

Gambar 5 menunjukan diagram blok sistem *dehumidifier*. *Dehumidifier* bekerja dengan cara

menarik uap air yang terkandung di udara. Sensor DHT22 mengukur suhu dan kelembaban ruangan yang dihubungkan dengan mikrokontroler arduino uno, ketika pembacaan sensor kelembaban udara melebihi ambang batas yang sudah diatur >55% RH, maka mengakibatkan *thermoelectric peltier* TEC-12706 akan menyala dan berusaha untuk menurunkan kelembaban udara dalam ruangan. Thermoelectric peltier TEC-12706 dan kipas bekerja mendapat sumber tegangan 12 volt agar peltier bekerja secara maksimal. Jika kelembaban udara turun atau terbaca

oleh sensor DHT22 <55% RH maka thermoelectric peltier akan mati dan ketika kelembaban udara >55% RH *thermoelectric* akan menyala kembali. Proses ini akan berlanjut terus menerus.

Dehumidifier dilengkapi dengan kipas di saluran masuk dan keluar, dan perangkat *termoelektrik peltier* TEC-12706 yang terangkai dengan *heatsink*. Aliran panas dari sisi panas dan dingin dipisahkan oleh sekat, dengan sisi dingin berfungsi untuk proses pendinginan, dan sisi panas digunakan untuk mengurangi kelembaban, sehingga keluaran alat ini adalah udara kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalibrasi Sensor DHT22 Dengan Alat Ukur

Proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan pembacaan dari sensor

kelembaban dengan Air Quality Index Monitor yang telah dikalibrasi. Hasil proses kalibrasi kelembaban sensor DHT22 ditunjukkan pada Tabel 1.

Hasil kalibrasi sensor DHT22 terhadap alat ukur Air Quality Index Monitor memiliki kesalahan maksimal 1,5% RH dan rata-rata kesalahan 0,7% RH.

Pengujian Dehumidifier di Ruang Laboratorium Biomedis

Setelah sistem selesai dirancang dan dikalibrasi. Pengujian dilakukan berdasarkan desain yang telah ditentukan. Hasil pengujian diperoleh kinerja sistem dehumidifier. Gambar 6. Menunjukkan uji coba dilakukan di ruangan laboratorium biomedis berukuran 3m x 4m yang tertutup, kedap suara dan tidak memiliki ventilasi sirkulasi udara.

Tabel 1. Kalibrasi Sensor DHT22 dengan Alat Ukur AQIM

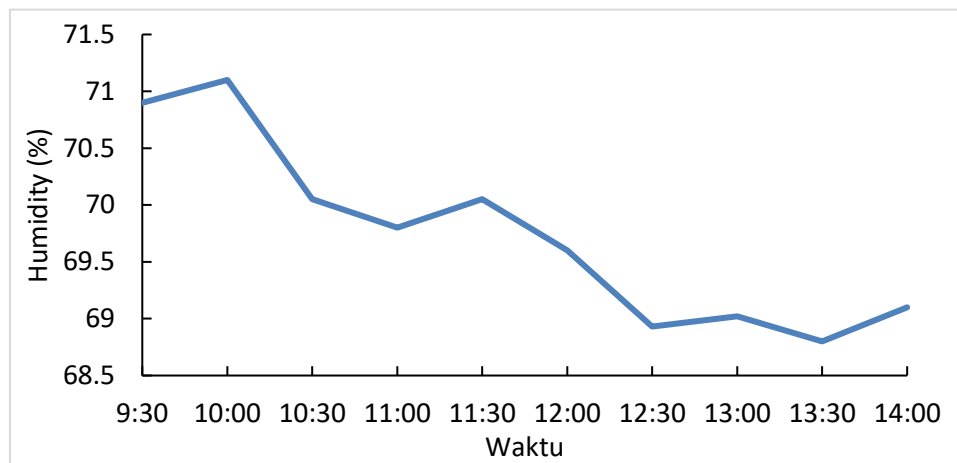
Pembacaan Sensor DHT22 (%RH)	Pembacaan Air Quality Index (%RH)	Error (%RH)
72.00	73	1
72.60	71	1.5
72.00	71	1
72.50	71	1.5
71.50	71	0.5
69.00	68	1
67.2	67	0.2
66.60	67	0.4
Rata-rata error		0,7



Gambar 6. Uji coba alat dehumidifier diruangan laboratorium biomedis

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kelembaban *Dehumidifier* Tanpa Proses Dehumidifikasi

Jam	Humidity (%RH)	Kondisi Kelembaban Udara
09:30	70.9	Tidak ideal
10:00	71.10	Tidak ideal
10:30	70.05	Tidak ideal
11:00	69.80	Tidak ideal
11:30	70.05	Tidak ideal
12:00	69.60	Tidak ideal
12:30	68.93	Tidak ideal
13:00	69.02	Tidak ideal
13:30	68.80	Tidak ideal
14:00	69.10	Tidak ideal

Gambar 7. Hasil Pengukuran Kelembaban *Dehumidifier* Tanpa Proses Dehumidifikasi

Pengujian *Dehumidifier* tanpa Dehumidifikasi

Pengujian dilakukan tanpa dehumidifikasi, yaitu pengujian tanpa proses penurunan kelembaban atau tanpa mengurangi kandungan uap air ke udara. Kondisi peltier TEC1 12706 tidak menyala. Hasil pengukuran kelembaban di laboratorium biomedis ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 7.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *humidity* mencapai 70.9% pada pukul 09.30., Pengukuran dilakukan setiap 30 menit, kelembaban turun menjadi 69,10% pada pukul 14.00. Tingkat kelembaban didalam ruangan selama 5 jam antara 68% - 71%, dengan rata-rata tingkat kelembaban adalah 69,73%. Hal ini menunjukkan bahwa

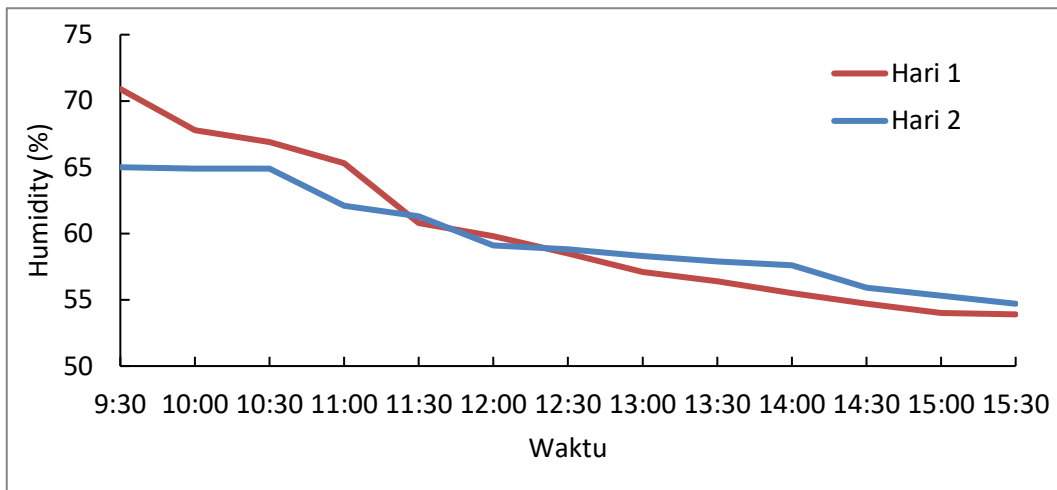
kelembaban ruangan laboratorium biomedis sangat tinggi. Artinya kelembaban di dalam ruangan laboratorium tidak ideal, karena lebih dari 65% syarat dari kelembaban udara yang ideal.

Pengujian *Dehumidifier* dengan Dehumidifikasi

Pada pengujian ini *dehumidifier* diatur nilai kelembabannya 55%. Ketika kelembaban mencapai $\geq 55\%$ maka peltier akan menyala dan bekerja untuk menyerap kelembaban. Jika kelembaban ruangan menurun menjadi $<55\%$, maka peltier mati dan proses ini berlanjut terus menerus. Hasil pengukuran kelembaban udara dengan metode *dehumidifikasi* ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 8.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kelembaban Udara / Humidity

Jam	Hari Ke-1			Hari Ke-2		
	Humidity (%RH)	Kondisi	Keterangan Dehumidifier	Humidity (%RH)	Kondisi	Keterangan Dehumidifier
09:30	70.9	Tidak ideal	On	65.00	Ideal	On
10:00	67.80	Tidak ideal	On	64.90	Ideal	On
10:30	66.90	Tidak ideal	On	64.90	Ideal	On
11:00	65.30	Tidak ideal	On	62.10	Ideal	On
11:30	60.80	Ideal	On	61.30	Ideal	On
12:00	59.80	Ideal	On	59.10	Ideal	On
12:30	58.50	Ideal	On	58.80	Ideal	On
13:00	57.10	Ideal	On	58.30	Ideal	On
13:30	56.40	Ideal	On	57.90	Ideal	On
14:00	55.50	Ideal	On	57.60	Ideal	On
14:30	54.70	Ideal	Off	55.90	Ideal	On
15:00	54.00	Ideal	Off	55.30	Ideal	On
15:30	53.90	Ideal	Off	54.70	Ideal	Off



Gambar 8. Hasil Pengukuran Kelembaban Dehumidifier dengan Dehumidifikasi

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kelembaban Udara Tanpa Dehumidifikasi

Jam	Humidity (%RH)	Kondisi Kelembaban Udara
09:30	63	Ideal
10:30	62.60	Ideal
11:30	62.90	Ideal
12:30	62.60	Ideal
13:30	62.30	Ideal
14:00	61	Ideal

Hasil pengukuran hari pertama menunjukkan bahwa kelembaban mencapai 70,9%, pada pukul 09:30 dan kelembaban sangat tinggi serta kondisi kelembaban tidak ideal. Pengukuran yang dilakukan setiap 30 menit turun

menjadi 53,90% pada pukul 15.30. Dehumidifier mampu menurunkan kelembaban 70.9% ke tingkat ideal menjadi 65% dari pukul 09:30 sampai pukul 11.15. Artinya dehumidifier cukup efektif untuk menurunkan nilai

kelembaban ke kondisi ideal dalam waktu \pm 2 jam dan mampu menyerap kandungan uap air sebesar 12 ml.

Hasil pengukuran hari kedua menunjukkan bahwa kelembaban mencapai 65% dengan kondisi ideal pada pukul 09:30. Kelembaban meningkat karena dehumidifier mati pada pukul 16:00 hari pertama. Selama 6 jam pengukuran didapatkan nilai kelembaban didalam ruangan antara 54.70% - 65%. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi kelembaban ruangan ideal. Pengukuran mengalami penurunan disebabkan pengaruh dehumidifikasi yang dilakukan pada hari pertama, hari kedua mampu menyerap kandungan uap air sebesar 7.5 ml.

Setelah dilakukan pengukuran pada hari kedua, maka pada hari ketiga dilakukan pengukuran kembali tanpa adanya proses dehumidifikasi untuk melihat kondisi kelembaban ruangan. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 4.

Hasil pengukuran hari ketiga pengukuran dilakukan selama 5 jam, kondisi awal kelembaban mencapai 65% pada pukul 09:30 turun menjadi 61% pada pukul 14:00, selama 5 jam pengukuran, nilai kelembaban antara 61% - 63%, artinya bahwa kelembaban ruang laboratorium biomedis dalam kondisi ideal. Dehumidifier mampu menurunkan nilai kelembaban.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Protipe dehumidifier mampu menjaga kelembaban yang ideal didalam ruangan laboratorium biomedis antara 54.70 % - 65% RH selama 6 jam.
2. Dehumidifier terbukti cukup efektif untuk menurunkan

kelembaban/*humidity* didalam ruangan ukuran 3m x 4m, dari kondisi tidak ideal 70% menjadi ideal 55% dalam waktu \pm 2 jam.

3. Kandungan uap air yang mampu diserap dehumidifier selama 6 jam dalam kondisi kelembaban tinggi 70% sebesar 12 ml

Saran

Prototipe yang telah direncanakan masih memiliki banyak kekurangan, berikut beberapa saran yang dapat membantu dalam pengembangan penelitian selanjutnya:

1. Menggunakan sensor untuk mengetahui jumlah liter air yang ditampung
2. Penggunaan Internet of Things (IoT) untuk monitoring jarak jauh

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arianne Putri, "Cara Kerja Humidifier", *Higienis Indonesia*, 28 Juni 2019, [Online]. Tersedia: <https://www.higienis.com/blog/tag/cara+kerja+dehumidifier/> [Diakses Desember 2022]
- [2] Admin, "Apa Itu Kelembaban", *Bestairdehumd*, 21 Juni 2015, [Online]. Tersedia : <https://www.bestairdehumd.com/new/apa-itu-kelembaban> [Diakses Desember 2022].
- [3] Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang Persyaratan dan Tata Cara Penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran
- [4] Athiah D. A, "Standar Kelembaban Udara Yang Baik Bagi Kesehatan", *Medicalogy*, 3 Februari 2021, [Online]. Tersedia: [<https://www.medicalogy.com/blog/standar-kelembapan-udara-yang-baik-bagi-kesehatan/>] [Diakses Desember 2022]
- [5] M. Syahrir , D.T. Tadeus, F. Mangkusasmito, A. Bawono, "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Suhu dan Kelembaban Pada Box

- Penyimpanan Produk Berbahaya Kulit Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno”, Jurnal Berkala Fisika, Vol 25, No.1, Hal 27-35, Januari 2022
- [6] Farhah U & Ginanjar W,” Humidifikasi dan Dehumidifikasi”, Bandung, Politeknik Negeri Bandung, Laporan 2016
- [7] Admin, ”Mengenal Dehumidifier Beserta Fungsi Dan Cara Kerjanya”, Cleanpedia, 16 Desember 2022, [Online]. Tersedia : <https://www.cleanipedia.com/id/mengenal-dehumidifier-beserta-fungsi-dan-cara-kerjanya> [Diakses Desember 2022]
- [8] Y. Kurniawan , A. Setiyawan,” Kaji eksperimental dehumidifier portable berbasis termoelektrik dengan variasi arus listrik masukan”, Jurnal Teknologi Terapan . vol 1, No 1, November 2015
- [9] Rony Setiawan,” Apa itu Arduino? Pahami Lebih Mendalam”, 8 Januari 2022, [Online]. Tersedia : <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-arduino/> [Diakses 9 Februari 2023]
- [10] Musbikhin, “Apa itu Sensor DHT11 dan DHT22 serta Perbedaannya”, 9 September 2022, [Online]. Tersedia: <https://www.musbikhin.com/apa-itu-sensor-dht11-dan-dht22-serta-perbedaannya/> [Diakses 9 Februari 2023]
- [11] Rowe DM, *Thermoelectrics handbook macro to nano. 1st ed.* Boca Raton, FL: CRC Press, 2006
- [12] Vian dan Astrain,”*Numerical modelling and a design of a thermoelectric dehumidifier*”, Jurnal Applied Thermal Engineering vol. 28 page 1514–1521, 2002
- [13] Khalid, M., Syukri, M., and Gapy, M., “Pemanfaatan Energi Panas Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Berskala Kecil Dengan Menggunakan Termoelektrik,” vol. 1, no. 3, pp. 57–62, 2016