

MODEL SISTEM PENGENDALIAN SUHU DAN KELEMBABAN RUANGAN PRODUKSI OBAT BERBASIS NODEMCU ESP32

Arfend Atma Maulana Khalifa, Kiki Prawiroredjo*

Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
e-mail: arfend062001600555@std.trisakti.ac.id, kiki.prawiroredjo@trisakti.ac.id

Diterima: 25 Februari 2021 – Direvisi: 30 September 2021 – Disetujui: 1 Oktober 2021

ABSTRACT

Production process in a pharmaceutical industry must follow the guidelines stated in Current Good Manufacturing Practice (CGMP). The production process has to be stopped if the temperature and the humidity of the production room do not meet the set point and a report about the caused has to be made. This research proposed a model of a temperature and humidity automatic control system based on Node MCU ESP32 and give the information to technicians continuously. With the php MyAdmin Web Server connection, data of temperature and humidity can be stored and monitored remotely using a smartphone or a computer. A DHT 11 sensor is used to detect temperature and humidity, a Peltier fan is used to control the room temperature and a dehumidifier is used to control the air humidity. The system controls C and D production class room according to CGMP for liquid drug type in a sterile room. The C class drug production room temperature range is set from 16°C to 25°C and the air humidity range is 45% to 55%. The D class drug production room temperature range is set 20°C to 27°C and the air humidity range is 40% to 60%. From the test results, it can be seen that the system can control room temperature and humidity automatically when there are disturbances as well as recording the time when the disturbances occur to complete the data reports during the drug production process.

Keywords: CPOB, DHT 11, NodeMCU ESP32, Peltier fan, phpMyAdmin.

ABSTRAK

Proses produksi dalam industri farmasi harus mengikuti pedoman yang tertera dalam Cara Pembuatan Obat yang Baik (CPOB). Proses produksi harus dihentikan bila suhu dan kelembaban ruangan produksi tidak memenuhi nilai yang sudah ditentukan dan harus membuat laporan tentang terhentinya produksi. Penelitian ini mengusulkan sebuah model sistem yang dapat mengatur suhu dan kelembaban udara secara otomatis berbasis NodeMCU ESP32 yang dapat memberikan informasi kepada teknisi secara terus menerus. Melalui Web Server phpMyAdmin data suhu dan kelembaban dapat disimpan serta dimonitor dari jarak jauh menggunakan smartphone atau komputer dengan membuka web. Sensor DHT 11 digunakan untuk mendeteksi nilai suhu dan kelembaban dan untuk mengontrolnya digunakan kipas Peltier dan dehumidifier. Dalam penelitian ini dilakukan pengendalian ruangan produksi obat yang memiliki ketentuan kelas C dan D sesuai ketentuan pada CPOB yaitu untuk jenis obat cair di ruang steril. Ruangan produksi obat kelas C memiliki range suhu dari 16°C sampai dengan 25°C dan range kelembaban 45% sampai dengan 55%, sedangkan ruangan produksi obat kelas D memiliki range suhu dari 20°C sampai dengan 27°C dan range kelembaban dari 40% sampai dengan 60%. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa sistem dapat mengendalikan suhu dan kelembaban ruangan secara otomatis bila ada gangguan sekaligus mencatat data waktu kejadian gangguan untuk melengkapi laporan selama proses produksi obat.

Kata Kunci: CPOB, DHT 11, kipas Peltier, NodeMCU ESP32, phpMyAdmin.

I. PENDAHULUAN

PRODUKSI obat adalah kegiatan atau proses menghasilkan, menyiapkan, mengolah, membuat, mengemas, dan/atau mengubah bentuk sediaan farmasi dan alat kesehatan. Untuk menjaga mutu obat yang dihasilkan, maka setiap tahap dalam proses produksi selalu dilakukan pengawasan

mutu *In Process Control* (IPC). Penerimaan bahan awal seperti bahan baku dan bahan kemas diperiksa terlebih dahulu dan disesuaikan dengan spesifikasinya. Bahan-bahan tersebut harus selalu disertai dengan *Certificate of Analysis* (CA) yang dapat disesuaikan dengan hasil pemeriksaan. Produksi harus dilaksanakan dengan mengikuti prosedur yang telah ditetapkan dan memenuhi ketentuan Cara Pembuatan Obat yang Baik (CPOB) sehingga dapat menjamin produk obat jadi dan memenuhi ketentuan izin pembuatan dan izin edar (registrasi) sesuai dengan spesifikasinya [1]. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam proses produksi obat adalah pengadaan bahan awal, pencemaran silang, penimbangan dan penyerahan, pengembalian, pengolahan, kegiatan pengemasan, pengawasan selama proses produksi, dan karantina bahan jadi. Sesuai ketentuan CPOB, ruangan produksi obat terbagi dalam beberapa kelas yaitu kelas A, B, C, D, dan E [1]. Setiap kelas memiliki suhu dan kelembaban yang sesuai kegiatan dan jenis obatnya. Suhu dan kelembaban ruangan di dalam ruang produksi harus sangat diperhatikan. Pada saat suhu dan kelembaban ruangan produksi tidak sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan maka produksi harus dihentikan dan melapor kepada teknisi lalu menunggu tanggapan perbaikan dari teknisi. Operator produksi harus membuat laporan secara manual di *logbook* mengenai hal-hal yang terjadi karena terhentinya produksi. Terhentinya produksi obat dapat memakan waktu yang cukup lama bila teknisi tidak segera melakukan perbaikan. Sesuai pedoman CPOB setiap gangguan dalam produksi obat harus dibuatkan laporannya. Oleh sebab itu diperlukan sebuah sistem yang dapat mengendalikan suhu dan kelembaban ruang produksi obat yang dapat dimonitor terus-menerus di layar komputer atau smartphone teknisi sehingga bila terjadi suatu gangguan pada suhu dan kelembaban ruangan produksi dapat segera diatasi. Apabila proses produksi obat harus dihentikan maka waktu proses dihentikan dapat dilihat pada *database* untuk dibuatkan laporannya.

Penelitian tentang pengendalian suhu dan ruangan produksi obat sudah dilakukan oleh banyak peneliti antara lain Rudi Saputra dan Abdunnaser melakukan penelitian tentang instalasi tata udara ruangan bersih pada industri farmasi kelas E [2]. Perancangan dibuat berdasarkan standar ISO 14644-1 untuk menentukan *set point* suhu dan kelembaban ruangnya. Pendeteksian suhu dan kelembaban menggunakan alat ukur ELPRO Ecolog TH1 dan dari data yang diambil akan dianalisis untuk menentukan tipe AHU dan filter yang akan digunakan pada ruangan kelas E tersebut. Pada penelitian ini tidak ada proses perekaman data suhu dan ruangan. Sukandar Sawidin dkk. melakukan penelitian untuk mengontrol dan memonitor suhu dan kelembaban pada sebuah *smart room* melalui *smartphone* dengan sistem Android [3]. Penelitian ini menggunakan Arduino Uno, DHT 11 sebagai sensor suhu dan kelembaban dan kipas sebagai pengatur suhu dalam ruangan. Pada penelitian ini tidak merekam data suhu dan ruangan. Gatot Santoso dkk. merancang sebuah sistem monitoring suhu dan kelembaban pada ruang *server* dengan berbasis IoT menggunakan Telegram [4]. Untuk mendeteksi perubahan suhu dan kelembaban di ruangan digunakan sensor DHT 11 dan ESP8266 Node MCU sebagai pengontrol utama sistem. Data akan dikirim ke aplikasi Telegram pada *smartphone* dan ditampilkan pada sebuah LCD di ruang *server*. Penelitian di sini juga tanpa ada perekaman data. Penelitian yang menggunakan *fuzzylogic* dilakukan oleh Ade Barlian Tandiono dkk. mengendalikan suhu dan kelembaban pada budidaya jamur tiram [5]. Sistem menggunakan Arduino sebagai mikrokontrolernya serta sensor SHT 11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban dan mengontrolnya dengan metode Logika Fuzzy. Pada penelitian ini data dicatat secara manual untuk mengetahui perubahan suhu dan kelembaban ruangan dalam suatu waktu. Penelitian menggunakan phpMyAdmin sudah dilakukan oleh Yanfa'uni untuk memonitor data suhu dan kelembaban gabah [6]. Yanfa'uni menggunakan Arduino Uno untuk mengakuisisi data sensor dan Raspberry Pi 3 untuk antarmuka pengguna. Sensor yang digunakan adalah DHT 22 dan dapat dimonitor melalui antarmuka *Web Server* phpMyAdmin sehingga dapat dimonitor dari jarak jauh. Penelitian Yanfa'uni dapat mengatur *setting point* dan *ON OFF* kipas dan pemanas dari Raspberry Pi selain dari mikrokontroler. Penelitian yang dilakukan oleh Agustinus Seto dkk. mengendalikan suhu dan kelembaban pada miniatur *greenhouse* menggunakan mikrokontroler ATmega 8 dan juga menggunakan sensor DHT 11 [7]. Penelitian Agustinus memperlihatkan status keadaan ruangan dengan display di layar komputer hanya untuk waktu sesaat tanpa disimpan di *database*. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Budi Haryanto dkk. mengendalikan suhu dan kelembaban secara nirkabel dengan Xbee sebagai pengirim dan penerima data dari input yaitu sensor DHT 11 dan berbasis mikrokontroler yang dilakukan di tempat budidaya tanaman hidroponik [8]. Model Sistem Monitoring Serta Kendali Otomatis Suhu dan Kelembaban Ruangan Pada Budidaya Jamur Tiram Putih Berbasis Internet Of Things yang dibuat oleh Aldi dkk. menggunakan sensor DHT 11 untuk mengatur suhu dan kelembaban

ruangan budidaya jamur tiram putih. Penelitian di sini juga mengendalikan kelembaban tanah tempat ruangan budidaya jamur tiram putih dengan menggunakan sensor kelembaban tanah. Data suhu dan kelembaban dapat dilihat melalui aplikasi Thinkspeak pada komputer atau smartphone [9]. Penelitian yang mengendalikan suhu dan kelembaban ruangan lain yang menggunakan sensor DHT 11 juga telah dilakukan oleh Usman dkk. pada rumah walet [10] dan Febri Yuwanda dkk. yang mengendalikan suhu dan ruangan *greenhouse* tanpa *exhaust fan* [11]. Data hasil pengukuran ditampilkan di sebuah LCD. Penelitian yang menggunakan sensor DHT 22 adalah Andhis Yoga Prasetya yang mengendalikan suhu dan kelembaban pada kebun manggis [12]. Data suhu dan kelembaban tanah ditampilkan pada layar LCD dan tidak direkam. Sri Ayuni dkk. yang mengendalikan suhu dan ruangan budidaya jamur tiram [13]. Data suhu dan kelembaban dapat dilihat pada smartphone melalui aplikasi Blynk.

Pada penelitian-penelitian terdahulu tidak terdapat perekaman data pada *database* dan monitoring yang terus menerus seperti yang diperlukan pada ruangan produksi obat selama pembuatan obat dilakukan. Penelitian yang diusulkan di sini merupakan pemodelan sehingga tidak menggunakan ruangan produksi yang sebenarnya tetapi menggunakan ruangan model dengan ukuran 30 cm × 30 cm × 30 cm. Kipas dan *dehumidifier* yang digunakan hanya untuk ruangan kecil tersebut. Dalam prakteknya, ruangan produksi menggunakan Air Handling Unit (AHU) untuk mengatur suhu udara dan menggunakan *dehumidifier* yang mempunyai kapasitas sesuai ruangan. Rangkaian elektronik dan program yang dibuat dapat digunakan untuk pengendalian ruangan produksi yang sebenarnya. Dalam penelitian ini sistem mengontrol suhu dan kelembaban pada ruangan produksi obat di kelas C dan D sesuai CPOB yaitu ruangan steril untuk pembuatan obat cair. Dipilihnya ruangan dengan kelas C dan D karena mempunyai *range* suhu dan kelembaban yang berbeda sehingga dapat menambah variasi pada program. Untuk ruangan kelas A dan B mempunyai *range* suhu dan kelembaban yang sama dengan kelas C sedangkan kelas E mempunyai *range* suhu yang sama dengan kelas D tetapi mempunyai *range* kelembaban sampai dengan 70%. Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP32 yang dapat terintegrasi dengan Wi-Fi dan aplikasi IoT melalui Bluetooth [14], sensor suhu dan kelembaban menggunakan DHT 11 dengan *range* pengukuran suhu dari 0° sampai dengan 50°C serta kelembaban dari 20% sampai dengan 90% RH [15]. Data suhu dan kelembaban disimpan di *database* menggunakan *localhost* phpMyAdmin. Data suhu dan kelembaban dapat ditampilkan pada layar komputer atau *smartphone* dengan membuka *web* melalui alamat IP yang sama. Data yang ditampilkan adalah suhu, kelembaban dan status ruangan. Status ruangan memudahkan teknisi melihat apakah suhu dan kelembaban ruangan berada pada *range* hanya dengan membaca status *YES* atau *NO* tanpa membaca nilai suhu dan kelembabannya. Dengan adanya sistem ini teknisi dapat melihat masalah suhu dan kelembaban dengan cepat karena ditampilkan pada layar komputer terus menerus selama waktu produksi. Laporan tentang waktu dan lama terhentinya produksi obat dapat dibuat dengan akurat karena data direkam setiap 5 detik.

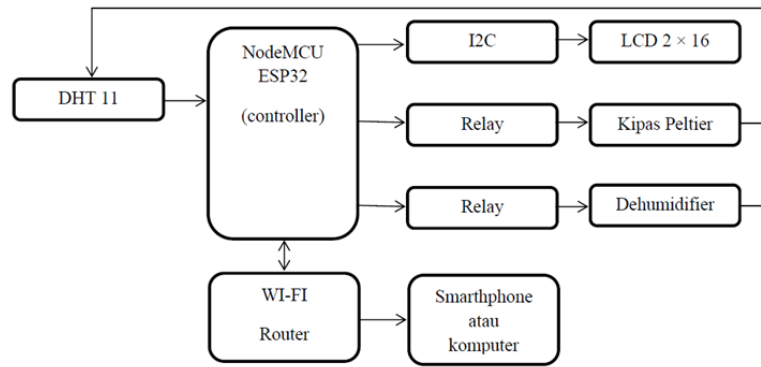
II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dibuat dengan mengumpulkan dan mempelajari literatur yang telah diterbitkan dan informasi yang ada. Untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini juga dilakukan pembelajaran teori dasar dan *datasheet* komponen-komponen yang akan digunakan. Perancangan perangkat keras dan lunak dilakukan setelah mempelajari literatur tersebut dilanjutkan dengan pengumpulan komponen yang akan digunakan. Pembuatan perangkat keras dan lunak dilakukan setelah semua komponen tersedia. Pengujian alat dan analisis hasil pengujian dilakukan sebagai bagian akhir dari penelitian.

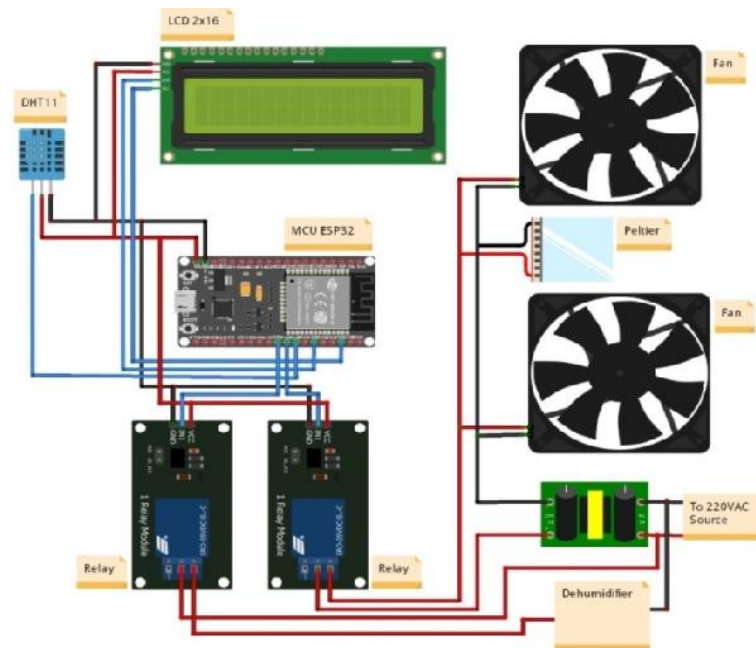
A. Perancangan Perangkat Keras Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 1 terdapat Diagram blok sistem dari model dengan cara kerja sebagai berikut.

- a. Sensor DHT 11 merupakan komponen input yang menangkap besaran suhu dan kelembaban ruangan produksi obat. Sensor DHT 11 mendeteksi suhu ruangan dengan menggunakan komponen *Negatif Temperature Coefficient* (NTC) yang nilai resistansinya menurun apa bila mendeteksi suhu yang semakin tinggi. Sensor DHT 11 mendeteksi kelembaban udara berdasarkan prinsip resistive yaitu apabila kelembaban udara meningkat maka nilai tahanannya akan menurun karena dilengkapi komponen yang dapat menyerap uap air di udara. Untuk komunikasi dan sinkronisasi antara DHT 11 dengan MCU digunakan *Single Wire Two-Way*. Untuk satu proses komunikasi dibutuhkan waktu sekitar 4 mdetik untuk pengiriman data 40 bit. Dalam satu kali pengiriman terdapat data kelembaban dan suhu dari ruangan



Gambar 1. Diagram blok sistem



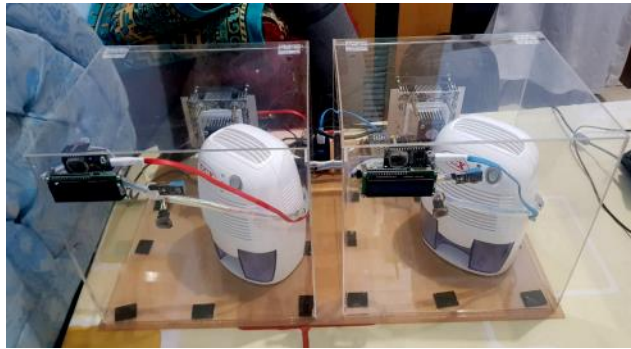
Gambar 2. Pengkabelan sistem perangkat keras

sekaligus.

- b. Data suhu dan kelembaban udara kemudian diterima dan diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP32. Di sini data suhu dan kelembaban akan akan dikirimkan ke bagian output untuk disimpan di *database* melalui koneksi phpMyAdmin Web Server setiap 5 detik. Data dibandingkan dengan nilai *set point* sesuai kelas ruangan produksinya. Apabila suhu dan kelembaban tidak sesuai dengan *set point*-nya maka program akan mengatur kipas dan *dehumidifier* untuk *ON* atau *OFF*.
- c. Bagian output dari sistem terdiri dari display I2C LCD 2×16 yang terdapat di ruangan produksi yang berfungsi memperlihatkan data nilai suhu dan kelembaban setiap saat, sebuah kipas Peltier dan sebuah *dehumidifier*. Kipas Peltier dan *dehumidifier* akan *ON* apabila suhu dan kelembaban ruangan lebih tinggi dari *set point* maksimumnya dan akan *OFF* apabila lebih rendah dari *set point* minimumnya. Output lainnya adalah *smartphone* atau komputer sebagai antar muka bagi pengguna dari data pada *database* yang diterima dari mikrokontroler melalui jaringan Wi-Fi sehingga dapat dimonitor secara jarak jauh. Data diambil melalui jaringan internet dengan membuka *web server* berbasis halaman web PHP. Dalam penelitian dibuat 2 buah ruangan kelas C dan kelas D dimana *range* suhu ideal untuk ruang kelas C adalah 16° sampai dengan 25 °C dengan kelembaban idealnya dari 45 % sampai dengan 55 %. Sedangkan suhu ideal di ruang kelas D mempunyai *range* dari 20° sampai dengan 27 °C dan kelembaban idealnya dari 40 % sampai dengan 60 % [1].

B. Perangkat Keras

Pada Gambar 2 diperlihatkan perangkat keras sistem yang terhubung pada masing-masing komponen. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa mikrokontroler NodeMCU ESP32 terkoneksi ke semua



Gambar 3. Perangkat keras dalam ruangan



Gambar 4. Bagian kelistrikan

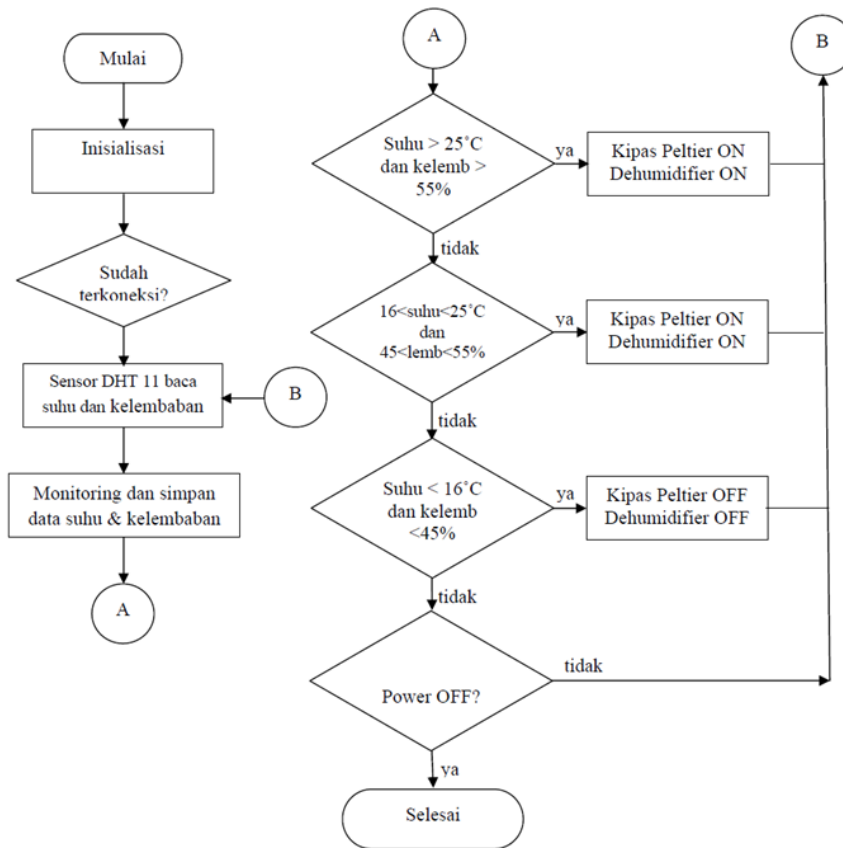
komponen untuk mengendalikan sistem. DHT 11 dihubungkan langsung ke mikrokontroler, pendingin Peltier, dan *dehumidifier* dihubungkan melalui relay ke mikrokontroler, dan LCD menggunakan I2C yang dihubungkan ke pin RX dan TX pada mikrokontroler.

Pada Gambar 3 diperlihatkan bentuk fisik perangkat keras sistem dalam ruangan. Gambar 3 merupakan hasil perakitan dari NodeMCU ESP 32, DHT 11, *dehumidifier*, kipas Peltier, LCD 2×16 , Power Supply, Relay, dan USB HUB sesuai perancangan. Alat ini terdiri dari 2 bagian yaitu kotak akrilik dan bagian kelistrikan. Kotak akrilik digunakan sebagai model ruangan yang berukuran $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$. Bagian kelistrikan diletakkan di belakang kotak akrilik diperlihatkan pada Gambar 4. Bagian kelistrikan terdiri dari *power supply* 10V 15A, USB HUB dan adaptor untuk *dehumidifier*.

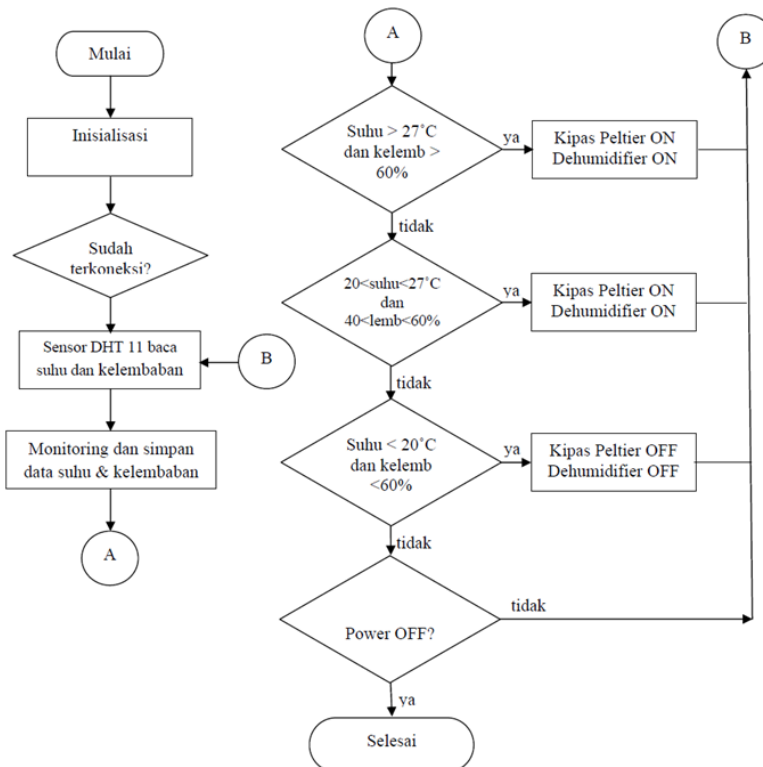
C. Perangkat Lunak

Dalam penelitian dibuat 2 kelas ruangan yaitu kelas C dan D yang berbeda pengaturan suhu dan kelembabannya. Diagram alir perangkat lunak kelas C diperlihatkan pada Gambar 5 dan kelas D pada Gambar 6. Dari Gambar 5 dapat dilihat langkah pertama dari perangkat lunak adalah inisialisasi parameter dan koneksi terhadap Wi-Fi untuk mengirimkan *datalogger* ke PC. Kelas C memiliki *set point* suhu dari 16°C sampai dengan 25°C dan kelembaban dari 45 % sampai dengan 55 %. Untuk menjaga suhu dan kelembaban dalam *range* yang sesuai kelas C maka dirancang program dengan kondisi bila suhu lebih besar dari 25°C dan kelembaban lebih besar dari 55 % maka kipas dan *dehumidifier* akan *ON*. Apabila suhu berada pada daerah lebih besar dari 16°C dan lebih kecil dari 25°C sedangkan kelembaban lebih besar dari 45 % dan lebih kecil dari 55 %, maka kipas Peltier dan *dehumidifier* akan tetap *ON*. Kipas Peltier dan *dehumidifier* dirancang akan *OFF* bila suhu lebih kecil dari 16°C dan kelembaban lebih kecil dari 45 %. Program akan berhenti bila produksi telah selesai dan *power supply* dimatikan.

Kelas D memiliki *set point* suhu dari 20°C sampai dengan 27°C dan kelembaban dari 40 % sampai dengan 60 % sehingga program dirancang untuk mengatur kipas Peltier dan *dehumidifier* *ON* bila suhu berada di atas 27°C dan kelembaban berada di atas 60 %. Diagram alir perangkat lunak kelas D terdapat pada Gambar 6. Apabila suhu berada pada daerah lebih besar dari 20°C dan lebih kecil dari 27°C sedangkan kelembaban lebih besar dari 40 % dan lebih kecil dari 60 %, maka kipas Peltier dan *dehumidifier* akan tetap *ON*. Bila suhu lebih kecil dari 20°C dan kelembaban lebih kecil dari 40 % maka kipas dan *dehumidifier* akan *OFF*. Program akan berhenti bila produksi telah selesai dan *power supply* dimatikan.



Gambar 5. Diagram alir perangkat lunak kelas C



Gambar 6. Diagram alir perangkat lunak kelas D

Data yang dikirimkan ke *database* berisi tentang parameter suhu dan kelembaban, jam dan tanggal, serta status ruangan *ON* atau *OFF* yang berarti ruangan sedang dalam kondisi suhu dan kelembaban yang berada pada range kelasnya atau tidak.

```
COM3
-----
Set point suhu      : 16 degC
Set point kelembaban : 50 H

Suhu      : 23 degC
Kelembaban : 47 %

Status Suhu      : YES
Status Kelembaban : YES
Status Ruangan   : YES

-----
Set point suhu      : 16 degC
Set point kelembaban : 50 H

Suhu      : 23 degC
Kelembaban : 47 %

Status Suhu      : YES
Status Kelembaban : YES
Status Ruangan   : YES
```

Gambar 7. Hasil pengujian suhu dan kelembaban kelas C

```
COM8
-----
Set point suhu      : 20 degC
Set point kelembaban : 60 H

Suhu      : 24 degC
Kelembaban : 47 H

Status Suhu      : YES
Status Kelembaban : YES
Status Ruangan   : YES

-----
Set point suhu      : 20 degC
Set point kelembaban : 60 H

Suhu      : 24 degC
Kelembaban : 47 H

Status Suhu      : YES
Status Kelembaban : YES
Status Ruangan   : YES
```

Gambar 8. Hasil pengujian suhu dan kelembaban kelas D

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

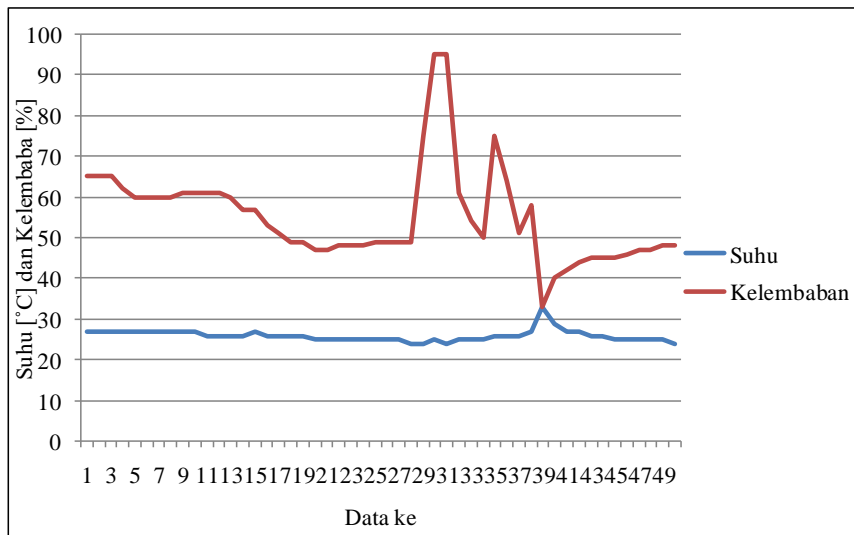
A. Hasil Pengujian

1) Hasil Pengujian Kestabilan Suhu dan Kelembaban

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem dapat menjaga kestabilan suhu dan kelembaban udara dengan benar sesuai *range* kelas ruangnya. Pada pengujian ini dilakukan dua cara yaitu pengujian tanpa gangguan dan pengujian dengan gangguan. Untuk mengetahui hasil ukur pengujian tanpa gangguan dibuatkan program untuk tampilan pada layar komputer dan dilihat di layar serial monitor selama beberapa menit. Data diambil langsung dari mikrokontroler. Hasil ukurnya



Gambar 9. Pengamatan kestabilan suhu dan kelembaban ruangan kelas C



Gambar 10. Pengamatan kestabilan suhu dan kelembaban ruangan kelas D

digunakan oleh mikrokontroler untuk mengatur *ON* atau *OFF* kipas dan *dehumidifier*. Hasil pengukuran terdapat pada Gambar 7 dan 8. Pengujian kestabilan suhu dan kelembaban ruangan yang diganggu dilakukan dengan meningkatkan suhu dan kelembaban ruangan dengan cara membuka ruangan agar suhu ruangan naik dan menyemprotkan air dengan *sprayer* agar kelembaban ruangan naik. Hasil pengujian dicatat setiap 30 detik selama 25 menit untuk mengetahui perubahan yang terjadi. Gambar 9 dan 10 memperlihatkan hasil pengujian kestabilan suhu dan kelembaban dengan diberi gangguan untuk ruangan kelas C dan kelas D. Gambar menggunakan Microsoft Excel dengan mengambil data dari *database*.

Pada Gambar 7 diperlihatkan hasil pengujian suhu dan kelembaban ruangan kelas C dengan pengaturan *set point* suhu minimum 16 °C dan *set point* kelembaban maksimum 50%. Pada layar terlihat hasil ukur suhu 23 °C dan kelembaban 47% sehingga memenuhi *range* kelas C. Status suhu, kelembaban dan ruangan tertulis *YES* berarti memenuhi syarat *range* untuk kelas C. Untuk pengujian kelas D pengaturan *set point* suhu minimum 20 °C dan *set point* kelembaban maksimum 60% dapat dilihat pada Gambar 8. Hasil pengukuran yang ditampilkan pada layar monitor tertulis suhu 24 °C sedangkan kelembaban sebesar 47 % sehingga berada dalam *range* kelas D. Status suhu, kelembaban dan ruangan tertulis *YES* berarti *range* suhu dan kelembaban memenuhi *range* ruang kelas D.

Gambar 9 memperlihatkan hasil pengujian kestabilan suhu dan kelembaban ruangan kelas C. Data diambil setiap 30 detik sehingga data ke 0 berarti waktu mulai mengukur atau menit ke nol dan data ke 2 berarti menit pertama. Pada data ke 31 atau waktu menit ke 15.5 ruangan disemprotkan dengan air sehingga

			key	timestamp	temp	hum	status				
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1556	2020-07-19 22:36:15	22	47	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1557	2020-07-19 22:36:22	22	48	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1558	2020-07-19 22:36:28	22	47	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1559	2020-07-19 22:36:34	22	48	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1560	2020-07-19 22:36:41	22	47	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1561	2020-07-19 22:36:47	22	48	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1562	2020-07-19 22:36:54	22	48	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1563	2020-07-19 22:37:00	22	48	YES

Gambar 11. Database ruangan kelas C

				key	timestamp	temp	hum	status			
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1259	2020-07-19 22:35:12	23	46	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1260	2020-07-19 22:35:18	23	46	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1261	2020-07-19 22:35:25	23	46	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1262	2020-07-19 22:35:31	23	46	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1263	2020-07-19 22:35:37	23	46	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1264	2020-07-19 22:35:44	23	46	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1265	2020-07-19 22:35:50	23	46	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1266	2020-07-19 22:35:56	23	46	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1267	2020-07-19 22:36:03	23	46	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1268	2020-07-19 22:36:09	23	46	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1269	2020-07-19 22:36:15	23	46	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1270	2020-07-19 22:36:22	23	46	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1271	2020-07-19 22:36:28	23	46	YES
<input type="checkbox"/>		Ubah		Salin		Hapus	1272	2020-07-19 22:36:35	23	46	YES

Gambar 12. Database ruangan kelas D

kelembaban meningkat sampai 73% , pada data ke 35 ruangan disemprotkan kembali dengan air sehingga kelembaban meningkat sampai 77% dan pada data ke 39 ruangan dibuka sehingga suhu meningkat menjadi 27 °C kemudian ruangan ditutup kembali untuk diamati perubahan menuju ke keadaan yang diinginkan sesuai *range* kelas C. Sesudah data ke 43 atau menit ke 21.5 suhu dan kelembaban kembali memasuki *range* kelas C berarti sistem dapat mengatur kembali suhu dan kelembaban memenuhi *range* kelasnya.

Pada Gambar 10 terdapat hasil pengujian pengamatan kestabilan suhu dan kelembaban untuk kelas D. Pada data ke 29 atau waktu menit ke 14.5 ruangan disemprotkan dengan air sehingga kelembaban meningkat pada data ke 30 dan 31 menjadi 95% , pada data ke 35 ruangan disemprotkan kembali dengan air sehingga kelembaban meningkat sampai 75% dan pada data ke 39 atau menit ke 19.5 ruangan dibuka sehingga suhu meningkat menjadi 33 °C kemudian ruangan ditutup kembali untuk diamati perubahan menuju ke keadaan yang diinginkan sesuai *range* kelas D. Pada data ke 41 atau menit ke 20.5 suhu dan kelembaban kembali memasuki *range* kelas D berarti sistem dapat mengatur kembali suhu dan kelembaban sesuai *range* kelasnya.

2) Hasil Pengujian Database

Pengujian *Database* dilakukan untuk melihat apakah data suhu dan kelembaban bisa terkirim oleh NodeMCU ESP 32 dan masuk kedalam *database*. Untuk dapat mengakses phpMyAdmin dalam pembuatan *database* dibutuhkan *Software* XAMPP secara *localhost* sehingga dapat menyimpan data suhu dan kelembaban dari DHT 11 yang dikirimkan oleh NodeMCU ESP 32 [16]. Hasil pengujian

	A	B	C	D	E
1	#	Waktu	Temperature	Humidity	Status
2	1	7/20/2020 20:55	20	49	YES
3	2	7/20/2020 20:55	21	49	YES
4	3	7/20/2020 20:55	21	49	YES
5	4	7/20/2020 20:55	21	49	YES
6	5	7/20/2020 20:54	20	49	YES
7	6	7/20/2020 20:54	21	49	YES
8	7	7/20/2020 20:54	20	48	YES
9	8	7/20/2020 20:54	21	49	YES
10	9	7/20/2020 20:54	21	49	YES
11	10	7/20/2020 20:54	21	49	YES
12	11	7/20/2020 20:54	21	49	YES
13	12	7/20/2020 20:54	21	49	YES
14	13	7/20/2020 20:54	21	49	YES
15	14	7/20/2020 20:54	21	49	YES
16	15	7/20/2020 20:53	21	49	YES
17	16	7/20/2020 20:53	21	49	YES
18	17	7/20/2020 20:53	21	49	YES
19	18	7/20/2020 20:53	21	49	YES
20	19	7/20/2020 20:53	21	49	YES
21	20	7/20/2020 20:53	21	49	YES
22	21	7/20/2020 20:53	21	49	YES
23	22	7/20/2020 20:53	21	49	YES
24	23	7/20/2020 20:53	21	49	YES
25	24	7/20/2020 20:52	21	48	YES
26	25	7/20/2020 20:52	21	49	YES

Gambar 13. Data hasil *download* kelas C

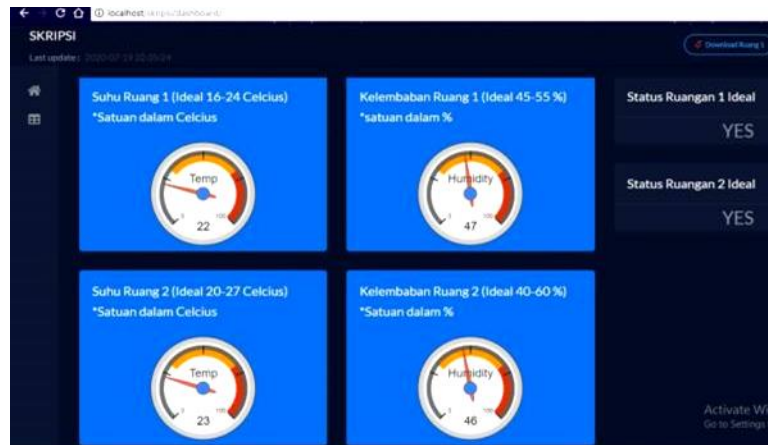
	A	B	C	D	E
1	#	Waktu	Temperature	Humidity	Status
2	1	7/20/2020 20:55	22	48	YES
3	2	7/20/2020 20:55	22	47	YES
4	3	7/20/2020 20:55	22	48	YES
5	4	7/20/2020 20:55	22	48	YES
6	5	7/20/2020 20:55	22	48	YES
7	6	7/20/2020 20:54	22	48	YES
8	7	7/20/2020 20:54	22	48	YES
9	8	7/20/2020 20:54	22	48	YES
10	9	7/20/2020 20:54	22	48	YES
11	10	7/20/2020 20:54	22	48	YES
12	11	7/20/2020 20:54	22	48	YES
13	12	7/20/2020 20:54	22	48	YES
14	13	7/20/2020 20:54	22	48	YES
15	14	7/20/2020 20:54	22	48	YES
16	15	7/20/2020 20:53	22	48	YES
17	16	7/20/2020 20:53	22	48	YES
18	17	7/20/2020 20:53	22	48	YES
19	18	7/20/2020 20:53	22	48	YES
20	19	7/20/2020 20:53	22	48	YES
21	20	7/20/2020 20:53	22	48	YES
22	21	7/20/2020 20:53	22	48	YES
23	22	7/20/2020 20:53	22	48	YES
24	23	7/20/2020 20:53	22	48	YES
25	24	7/20/2020 20:53	22	47	YES
26	25	7/20/2020 20:52	22	48	YES

Gambar 14. Data hasil *download* kelas D

terdapat pada Gambar 11 dan Gambar 12 yang memperlihatkan *database* untuk ruangan kelas C dan ruangan kelas D. Data yang ditampilkan berupa data suhu dan kelembaban serta waktu dan status disetiap ruangan secara terus menerus yang ditampilkan pada layar komputer melalui phpMyAdmin.

3) Hasil Pengujian Download Datalogging

Data pada *database* dapat di-*download* ke komputer atau *smartphone*. Data yang di-*download* berupa file Excel yang berisi data suhu, kelembaban, waktu dan status pada masing masing ruangan. Data ini digunakan dalam pembuatan laporan setiap produksi obat. Pengujian dilakukan dengan membuka *web* phpMyAdmin dan dari program yang sudah di buat akan muncul fungsi *download* pada *web* sehingga data dapat di-*download* ke dalam komputer. Gambar 13 memperlihatkan data hasil *download* untuk kelas C sedangkan Gambar 14 memperlihatkan data hasil *download* untuk kelas D.



Gambar 15. Tampilan Suhu dan Kelembaban di Webserver



Gambar 16. Tampilan LCD Ruang Kelas C



Gambar 17. Tampilan LCD Ruang Kelas D

4) Hasil Pengujian Monitor Webserver

Tujuan pengujian *monitoring web server* adalah untuk monitoring suhu dan kelembaban ruangan kelas C dan kelas D agar dapat dipantau dari jarak jauh secara terus menerus. Gambar 15 memperlihatkan tampilan *monitoring web server* melalui antarmuka phpMyAdmin.

Di ruangan teknisi, data di layar komputer ini harus terus ditampilkan selama waktu produksi sehingga dapat diketahui kondisi ruangan produksi obat setiap saat. Selain menampilkan suhu dan kelembaban status ruangan juga ditampilkan untuk memudahkan dalam monitoring keadaan ruangan. Pada Gambar 13 terlihat bahwa Ruang 1 berada pada suhu 22 °C dan kelembaban 47% dengan status ruangan *YES* berarti kondisi ruangan sesuai *range* kelas C. Sedangkan pada Ruang 2 berada pada suhu 23 °C dan kelembaban 46 % dengan status ruangan *YES* berarti kondisi ruangan sudah sesuai *range* kelas D.

5) *Hasil Pengujian Tampilan LCD pada Ruang Produksi*

Tampilan pada ruangan produksi berupa suhu dan kelembaban ditampilkan pada sebuah LCD. Gambar 16 dan Gambar 17 memperlihatkan tampilan LCD pada ruangan kelas C dan kelas D.

B. Pembahasan

1) *Pembahasan Pengujian Kestabilan Suhu dan Kelembaban*

Dari hasil pengujian suhu dan kelembaban tanpa gangguan yang diperlihatkan pada Gambar 7 dan Gambar 8 dapat diketahui bahwa suhu dan kelembaban dapat dijaga tetap pada *range* kelasnya. Dari pengujian kestabilan suhu dan kelembaban selama 25 menit dengan gangguan menaikkan suhu dan kelembabannya yang diperlihatkan pada Gambar 9 dan Gambar 10 dapat diketahui bahwa suhu dan kelembaban akan kembali ke *range* sesuai kelasnya sesudah beberapa saat. Pengujian ini menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja sesuai rancangan yang dikehendaki.

2) *Pembahasan Pengujian Database*

Dari hasil pengujian *database* yang terdapat pada Gambar 11 dan Gambar 12 dapat diketahui bahwa data dari NodeMCU ESP32 dapat disimpan di *database* phpMyAdmin.

3) *Pembahasan Pengujian Download Datalogging*

Pengujian *datalogging* terdapat pada Gambar 13 dan Gambar 14 untuk ruangan kelas C dan kelas D dapat dilihat bahwa data dari *database* dapat di-*download* ke komputer dalam bentuk file Excel sehingga dapat digunakan untuk membuat laporan apabila terjadi ketidaksesuaian suhu dan kelembaban pada saat produksi obat.

4) *Pembahasan Pengujian Monitor Webservice*

Pada Gambar 15 berupa tampilan suhu dan kelembaban di webserver yang dapat diamati oleh teknisi yang memantau di ruangan teknisi. Tampilan memperlihatkan keadaan ruangan produksi apakah dalam keadaan sesuai *range* suhu dan kelembabannya untuk ruangan di kelasnya dengan tampilan tulisan *YES* atau *NO* sehingga memudahkan seorang teknisi dalam memantau ruangan produksi. *YES* berarti suhu dan kelembaban ruangan sesuai dengan *range* di kelasnya sedangkan *NO* berarti tidak sesuai dengan *range* di kelasnya.

5) *Pembahasan Pengujian Tampilan LCD pada Ruang Produksi*

Pada Gambar 16 dan Gambar 17 memperlihatkan nilai suhu dan kelembaban ruangan secara terus menerus dari hasil baca sensor DHT 11. Dengan melihat tampilan LCD ini maka petugas yang sedang berada di ruangan produksi dapat mengetahui berapa nilai suhu dan kelembaban ruangan setiap saat selama waktu produksi.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa model sistem pengendalian suhu dan kelembaban ini dapat menjaga kestabilan suhu dan kelembaban ruangan yang diinginkan sesuai dengan *range* kelas jenisnya. Sistem ini dapat menyimpan dan menampilkan data secara terus menerus sehingga dapat menginformasikan kejadian ketidak normalan suhu dan kelembaban ruangan produksi ke teknisi secara cepat dan memudahkan pembuatan laporan kejadian penghentian produksi obat. Kendala pada saat kondisi jaringan tidak bagus akan menyebabkan terjadinya *delay* pengiriman data sehingga komputer harus di-*refresh* untuk mendapatkan data yang benar. Dalam kondisi riil diperlukan perhitungan daya pendingin dan *dehumidifier* sesuai volume ruangan yang sebenarnya dan sebaiknya menggunakan metode *localhost* agar hanya bisa di akses oleh jaringan lokal sehingga lebih aman dari peretasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPOM, "Peraturan Kepala Badan pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 34/2018 tentang Cara Pembuatan Obat yang Baik," in *BPOM*, Jakarta, pp. 70–73, 2018.
- [2] R. Saputra dan Abdunnaser, "Perancangan Instalasi Tata Udara Ruang Bersih Area Penimbangan Pada Industri Farmasi Kelas E," *Bina Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 37–46, 2018.
- [3] S. Sukandar, S.P. Deitje, R. Ali, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Temperature dan Kelembaban Ruangan Dengan Android," *Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 9, pp. 258–267, 2018, doi: <https://doi.org/10.35313/irwms.v9i0.1073>.
- [4] S. Gatot, et al., "Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan pada Ruang Server Berbasis IoT (Internet Of Things)," *J. Teknol. Technoscintia*, vol. 11, no. 2, pp. 186–193, 2019.
- [5] B. T. Ade, R. Moch, and M. Aziz, "Pengendalian Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram dengan Menggunakan Metode Kontrol Logika Fuzzy," *J. EECCIS (Electrics, Electron. Commun. Control. Informatics, Syst.*, vol. 10, no. 1, pp. 16–19, 2016.
- [6] A. P. W. Yanfa'uni, "Perancangan Monitoring Data Suhu dan Kelembaban Gabah Berbasis MySQL dan PHP," Skripsi, Fakultas Teknik Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, 2018.

- [7] A. Seto, A. Zainal, and M. Septya, "Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu dan Kelembaban pada Miniatur Greenhouse menggunakan Mikrokontroler Atmega 8," *Pros. Semin. Tugas Akhir FMIPA UNMUL 2015*, Juni 2015.
- [8] B. Haryanto, N. Ismail, and E. J. Pristianto, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Secara Nirkabel pada Budidaya Tanaman Hidroponik," *J. Teknol. Rekayasa*, vol. 3, no. 1, pp. 47-54, 2018, doi: 10.31544/jtera.v3.i1.47-54, 2018.
- [9] M. Aldi, H.T. Samuel, T. Gunawan, P. Kiki, "Model Sistem Monitoring Serta Kendali Otomatis Suhu dan Kelembaban Ruangan Pada Budidaya Jamur Tiram Putih Berbasis Internet Of Things," *SETRUM*, vol. 9, no. 2, pp. 23-34, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.36055/setrum.v9i2.9019>.
- [10] S. Harlina and A. Rizaldy, "Rancangan Bangunan Sistem Pengendali Suhu Kelembaban dan Cahaya Pada Rumah Walet Berbasis Mikrokontroler," *e-Jurnal JUSITI (Jurnal Sist. Inf. dan Teknol. Informasi)*, vol. 82, no. 2, pp. 131-140, 2019, doi: 10.36774/jusiti.v8i2.614.
- [11] F. Yuwanda, "Pengendalian Suhu dan Kelembaban Greenhouse Tanpa Exhaust Fan," *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, vol. 8, no. 4, pp. 73-39, 2020.
- [12] S. Rachmatullah, A. Muzayyin, R. Dharmawan, and A. Yoga Prasetya, "Sistem Pengendali Suhu dan Kelembaban Pada Kebun Manggis," *J. SimanteC 2018*, vol. 7, no. 1, pp. 23-30, 2018.
- [13] L. O. S. Sri Ayuni, "Sistem Monitoring dan Notifikasi Suhu dan Kelembaban Udara pada Jamur Tiram Menggunakan ESP8266 dengan PlatForm IoT," *Jom FTEKNIK*, vol. 6, ed. 2, pp. 1-6, 2019.
- [14] Espressif, "ESP32 Series Datasheet," *Espr. Syst.*, pp. 1-65, 2021. [Online]. Available: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf. [Accessed:10-April-2021].
- [15] D-Robotics, "Temperature Sensor DHT 11 Humidity & Temperature Sensor," *Datasheet*, 2010. [Online]. Available: <https://datasheet4u.com/datasheet-pdf/D-Robotics/DHT11/pdf.php?id=785590>. [Accessed: 5-Maret-2021].
- [16] A. Sofwan, "Belajar Mysql dengan Phpmadmin," 2006. [Online]. Available: <https://ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2011/...> . PDF file. [Accessed: 20-Mar-2021].