

Iot *Smart Health* Untuk Monitoring Dan Kontrol Suhu Dan Kelembaban Ruang Penyimpanan Obat Berbasis Android Di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Sardjito Yogyakarta

Sindung HW Sasono¹, Ari Sriyanto Nugroho¹, Eko Supriyanto¹, Sri Kusumastuti¹

¹ Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang

Korespondensi : ssindung@gmail.com

ABSTRAK

Penyimpanan bahan baku dan produk farmasi di gudang industri farmasi adalah salah satu tahapan penting dalam rangka menjaga kualitas produk agar tetap memenuhi persyaratan sampai produk di tangan konsumen. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi kondisi penyimpanan diantaranya yaitu suhu, kelembaban, kebersihan, pencahayaan, ventilasi atau kualitas udara serta adanya segregasi atau pemisah. Sistem ini terdiri dari *monitoring* dan kontrol suhu dan kelembaban pada ruang penyimpanan obat di gudang farmasi Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Sardjito Yogyakarta. Penelitian ini membahas dan melakukan analisis data *node* sensor menggunakan beberapa jenis sensor suhu dan kelembaban berbasis *Internet of Things*. *Node* sensor menghasilkan data dan diproses dengan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266*, data yang dihasilkan kemudian ditransmisikan oleh jaringan internet yang menggunakan *MQTT broker* dan disimpan dalam *database*. Hasil data tersebut kemudian dianalisa untuk memantau kondisi ruang penyimpanan obat. Sensor *SHT30* bekerja paling baik dalam pengukuran suhu dengan rata-rata kesalahan yang paling kecil yaitu 0,043°C dan tingkat keakuratan pengukuran suhu paling tinggi sebesar 99,76% serta bekerja paling baik dalam pengukuran kelembaban dengan rata-rata kesalahan paling kecil yaitu 2,76% dan tingkat keakuratan pengukuran paling tinggi sebesar 95,49% dibandingkan dengan sensor *DHT11* dan *DHT22*. Selain itu sistem kontrol bekerja dengan baik dalam melakukan kontrol terhadap AC dengan *delay* 3 detik dalam mengirimkan perintah hingga perintah dijalankan.

Kata kunci: Obat, suhu, kelembaban, *air conditioner*, *NodeMCU ESP8266*, *MQTT*.

ABSTRACT

The storage of materials and pharmaceutical products in pharmaceutical industry is an important step in maintaining product quality until the product reaches consumers. There are many factors that affect storage conditions including temperature, humidity, cleanliness, lighting, ventilation or air quality and the presence of segregation or separation. This system consists of monitoring and controlling the temperature and humidity in the drug storage room at the central public hospital Dr. Sardjito Yogyakarta. This research discusses and analyzes sensor node data using several types of temperature and humidity sensors based on the Internet of Things. The sensor nodes generate data and the data are processed by the NodeMCU ESP8266 microcontroller, then the data result is transmitted by the internet network using the MQTT broker and stored in a database. And then the data results are analyzed to monitor the condition of the drug storage room. The SHT30 sensor has the best temperature accuracy, with the smallest average error of 0,043°C and the highest temperature measurement accuracy of 99.76% and works best in measuring humidity with the smallest average error of 2.76% and the highest measurement accuracy level is 95.49% compared to DHT11 and DHT22 sensors. Also, the control system works well in controlling the air conditioner with a 3-second delay in sending commands until the command is executed.

Keywords: Drug, temperature, humidity, NodeMCU ESP8266, MQTT.

1. PENDAHULUAN

Obat merupakan salah satu komoditas sumber pendapatan terbesar dibidang kesehatan. Penyimpanan menjadi salah satu kegiatan dalam pengelolaan barang atau obat. Memelihara penyimpanan komoditas kesehatan seperti obat dan alat- alat kesehatan dengan baik dan benar sangatlah vital guna menjamin kualitasnya. Oleh karena itu pengelolaannya harus selalu diperhatikan. Pengelolaan komoditas kesehatan yang benar, tertib dan rapi dapat mempermudah proses-proses lain dalam *drug management cycle* karena semua itu saling berkaitan.

Penyimpanan bahan baku dan produk farmasi di gudang industri farmasi adalah salah satu tahapan penting dalam rangka menjaga kualitas produk agar tetap memenuhi persyaratan sampai produk di tangan konsumen. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi kondisi penyimpanan diantaranya yaitu suhu, kelembaban, kebersihan, pencahayaan, ventilasi atau kualitas udara serta adanya segregasi atau pemisah [2]. Dari beberapa faktor tersebut yang paling dominan mempengaruhi kualitas material dan produk saat penyimpanan yaitu suhu. Suhu penyimpanan yang tidak sesuai dapat menyebabkan kerusakan material atau produk. Maka dari itu material dan produk harus disimpan pada suhu penyimpanan yang sesuai serta dilakukan pengendalian atau monitoring suhu penyimpanan agar ketika terjadi ketidaksesuaian dapat segera ditangani.

Tujuan dari pengelolaan ruang penyimpanan obat adalah untuk menjamin persediaan obat dan alat kesehatan, meminimalkan kadaluarsa dan kerusakan, untuk mengontrol pencurian, untuk menyediakan catatan persediaan yang akurat, dan untuk meramalkan kebutuhan.

Sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 58 Tahun 2014 Tentang Standar Pelayanan Kefarmasian Di Rumah Sakit suhu ruangan untuk penyimpanan obat dianjurkan berada pada rentang suhu 16-25°C dimana produsen menjamin keutuhan dan kualitas produk obat. Dari rentang tersebut terdapat ruangan tertentu yang diharuskan berada pada rentang 16-20°C untuk menjaga kualitas dan khasiat dari obat-obatan tertentu. Di dalam ruangan masih diletakkan pula mesin pendingin dengan suhu sekitar 2-8°C untuk penyimpanan vaksin dan serum. Selain itu nilai kelembaban ruangan juga perlu diperhatikan, yaitu sebesar 50-70% [3].

Kebanyakan orang biasa mengecek tanggal kadaluarsa terlebih dahulu sebelum meminum obat, namun jarang yang memperhatikan kondisi obat dengan sangat jeli. Padahal proses penyimpanan yang salah juga dapat merusak kualitas obat, seperti terpapar perubahan suhu yang ekstrem.

Untuk mengatasi masalah tersebut maka dibangun sebuah sistem *monitoring* dan kontrol ruang penyimpanan obat berbasis IoT (*Internet of Things*). Sistem tersebut dapat mendeteksi dan mengendalikan suhu dan kelembaban ruangan menggunakan sensor, dimana data yang diterima dari sensor dikirim melalui beberapa *node* yang terhubung dengan internet. Kondisi suhu dan kelembaban ruangan ditampilkan pada *smartphone* yang juga dapat mengirimkan perintah kontrol *air conditioner* sebagai media pengendali suhu dan kelembaban ruangan. Sistem ini diharapkan bekerja pada ruang penyimpanan obat yang bersuhu khusus 16-20°C dimana biasanya ruangan tersebut digunakan untuk menyimpan beberapa jenis obat yang memerlukan suhu sejuk pada ruangan AC, dan diharapkan juga dengan adanya sistem ini dapat menekan kerusakan kualitas obat akibat suhu dan kelembaban ruang penyimpanan yang tidak sesuai.

2. METODE PENELITIAN

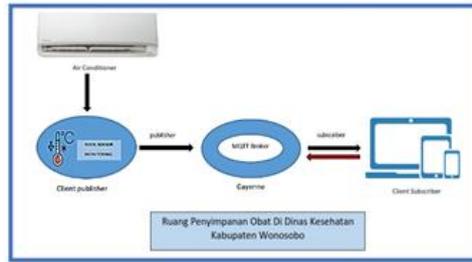
Metodologi yang digunakan pada penelitian ini terdapat empat bagian yaitu desain sistem, perancangan sistem, pengujian sistem dan evaluasi perbaikan sistem.

2.1 Desain Sistem

Pada penelitian ini dibangun sistem monitoring dan controlling suhu dan kelembaban ruangan berbasis Internet of Things. Sistem ini dibangun dengan menggunakan dua node sensor. Sebuah node sensor mengirimkan data dari hasil pembacaan sensor suhu dan kelembaban DHT11, DHT22, dan SHT30. Satu node sensor untuk mengontrol air conditioner.

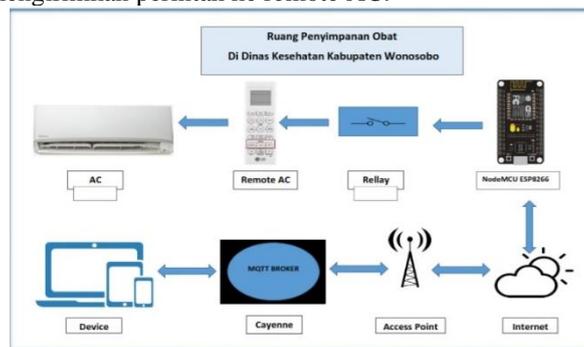
Sistem monitoring dibangun dengan menggunakan sebuah node sensor suhu dan kelembaban yang terdiri dari sensor DHT11, DHT22, dan SHT30 dan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler. Node sensor dihubungkan ke Wi-Fi sehingga connect dengan internet. Node sensor kemudian mengirimkan hasil pembacaan data sensor melalui internet menggunakan MQTT broker dan dapat dilihat pada device android dan dapat dilakukan monitoring. Cayenne berfungsi sebagai MQTT broker untuk melakukan monitoring melalui aplikasi pada device android menggunakan email dan password yang telah dibuat saat membuka new project pada Cayenne. User lain juga dapat melakukan monitoring tanpa memasukkan email dan password dengan fitur sharing dashboard yang dapat diakses melalui web browser desktop mode. Data yang masuk akan disimpan pada database untuk keperluan analisa data. Rancangan dan gambaran umum sistem monitoring ruang penyimpanan obat ditunjukkan pada Gambar 1.

NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai publisher yang mengirim data sensor untuk dapat ditampilkan kepada subscriber (device android) dengan bantuan MQTT broker. Client dapat melihat hasil data secara real time sebagai fungsi monitoring suhu dan kelembaban ruangan.



Gambar 1. Diagram Gambaran Sistem *Monitoring*

Pada sistem kontrol gambar 2 akan berjalan setelah mendapatkan perintah dari user melalui device android dengan masuk pada akun yang telah dibuat saat membuat new widget terdahulu. User lain tidak memiliki akses kontrol suhu dan kelembaban ruangan. MQTT broker akan mengirimkan sebuah notifikasi berupa email dan SMS kepada pengguna jika suhu dan kelembaban ruangan melebihi dari batas yang ditetapkan, kemudian pengguna akan melakukan sistem kontrol AC melalui aplikasi Cayenne sebagai MQTT broker pada device android. Sistem kontrol yang digunakan adalah kendali menggunakan perintah yang dikirim ke remote AC. Remote AC kemudian akan mengontrol AC. Sistem kontrol perlu terhubung dengan jaringan internet, agar user dapat mengirimkan perintah ke remote AC. Perintah kontrol yang diberikan pengguna dapat berupa kontrol power, yaitu untuk mematikan dan menyalakan AC. Dengan kontrol Up pengguna dapat mengirimkan perintah untuk menaikkan suhu dari AC. Kontrol Down digunakan pengguna untuk mengirimkan perintah dalam menurunkan suhu AC. Sistem kontrol perlu terhubung dengan jaringan internet, agar user dapat mengirimkan perintah ke remote AC.



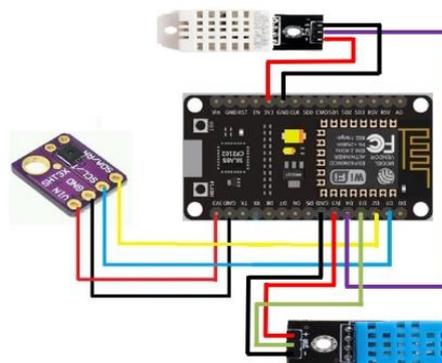
Gambar 2. Diagram Gambaran Sistem Kontrol

Sistem ini dirancang dengan sangat efisien. Penciptaan sistem ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak.

2.2. Perancangan Sistem Hardware dan Software

2.2.1 Perancangan Sistem Hardware

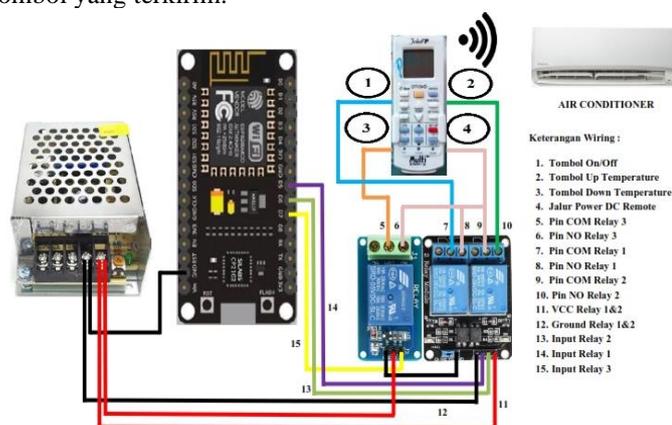
Penelitian ini node sensor monitoring menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler untuk sistem komunikasi tiap node. Sensor yang digunakan untuk membaca keadaan suhu dan kelembaban ruang penyimpanan obat yaitu DHT11, DHT22, dan SHT30. Pada node controlling remote AC dijalankan oleh relay yang terhubung oleh mikrokontroler. Gambar rangkaian node sensor monitoring dapat dilihat seperti gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Node Sensor Suhu dan Kelembaban

Sistem controlling menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler untuk komunikasi antara MQTT broker dengan relay yang terhubung remote AC. Tombol remote AC yang digunakan yaitu tombol Power On/Off dan Temperature Up/Down. Pengguna dapat melakukan kontrol melalui Cayenne pada android dimanapun user berada. Relay terhubung power supply switcher AC to DC output 5 Volts 3 Ampere kemudian terhubung ke pin VCC dan GND relay. Fungsi logic dari mikrokontroler untuk melakukan kontrol air conditioner yang dibaca oleh relay dengan menghubungkan pin input relay (IN) menuju pin GPIO NodeMCU. Remote AC menggunakan power dari battery Alkalin AAA. Remote AC dihubungkan ke pin NO (Normally Open) dan COM (Common Pin).

Pada gambar 4 menunjukkan rangkaian antara NodeMCU, relay, dan remote air conditioner sebagai fungsi kontrol suhu. Kaki Normally Open berfungsi agar status relay terbuka (tidak terhubung) saat tidak ada arus pada kaki pengendali relay. Kaki COM adalah kaki relay yang menjadi pasangan dari kaki Normally Open atau Normally Close, tergantung dari status arus yang melalui kaki-kaki pengendali relay tersebut. Jadi ketika tidak ada input aktif yang dikirimkan NodeMCU terhadap relay, maka remote tidak akan aktif. Sebaliknya ketika NodeMCU mengirimkan perintah kepada relay maka akan mengaktifkan remote sesuai dengan perintah tombol yang terkirim.



Gambar 4. Rangkaian Node Kontrol Air Conditioner

2.2.2 Perancangan Sistem *Software*

Node sensor dikonfigurasi dengan program sehingga sensor bisa bekerja dan menghasilkan data, menggunakan perangkat lunak Arduino IDE untuk mengunggah program tersebut ke NodeMCU ESP8266. Data yang diambil oleh microcontroller adalah data dari sensor suhu dan kelembaban, kemudian data akan dibaca oleh sistem dan dikirimkan ke cloud internet dengan MQTT broker. MQTT Broker dapat bekerja dengan menghubungkan node ke node sehingga data dapat langsung sampai dengan broker sebagai penerus. Serta client publisher dalam bisa juga digunakan sebagai subscriber.

Pada sistem ini menggunakan salah satu MQTT broker yaitu Cayenne. Data yang telah dikirimkan oleh MQTT broker saat internet terdeteksi dan MQTT broker terkoneksi dapat diterima oleh client dan ditampilkan untuk selanjutnya dapat disimpan oleh sistem database.

Program monitoring dimasukkan ke NodeMCU ESP8266 untuk menjalankan sistem monitoring ruang penyimpanan obat. Program menggunakan software Arduino IDE dengan dimulai inialisasi tipe sensor yang digunakan, yaitu DHT11, DHT22, dan SHT30 dan pin sensor yang terhubung dengan NodeMCU ESP866, lalu mengkoneksikan NodeMCU ESP8266 dengan perangkat access point yang digunakan sebagai akses internet untuk terhubung dengan MQTT broker. Inialisasi client ID yang digunakan untuk sistem monitoring yang telah terdaftar pada MQTT broker. Sensor melakukan pembacaan suhu dan kelembaban lingkungan yang kemudian dikirimkan oleh NodeMCU ESP8266 menuju MQTT broker melalui internet.

Program kontrol pada gambar 6 dimasukkan ke NodeMCU ESP8266 menggunakan software Arduino IDE. Program dimulai dengan mengkoneksikan NodeMCU dengan access point untuk akses internet, lalu dilakukan inialisasi client ID yang digunakan sebagai sistem kontrol. Pada NodeMCU dilakukan inialisasi channel yang digunakan sebagai fungsi tombol remote, yaitu channel 3 mewakili perintah relay 1 yang aktif sebagai fungsi on/off, channel 0 mewakili perintah relay 2 yang aktif sebagai fungsi up temperature, channel 4 mewakili perintah relay 3 yang aktif sebagai fungsi down temperature.

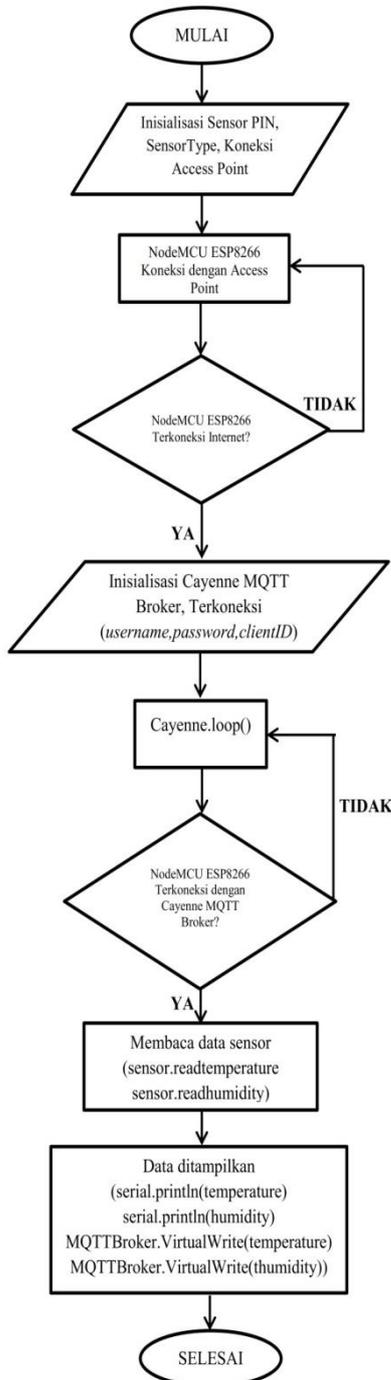
Percobaan keakuratan sensor dapat dilihat pada perbandingan data dari sensor suhu dan kelembaban dengan pengukuran dari alat ukur digital thermohygrometer. Sensor suhu dan kelembaban memiliki hasil data digital tanpa perlu konversi sehingga dapat dilakukan analisa data langsung. Keakuratan

sensor berkaitan dengan kinerja sensor sesuai dengan yang ada pada datasheet. Nilai keakuratan sensor suhu dan kelembaban dapat dicari dengan rumus (1).

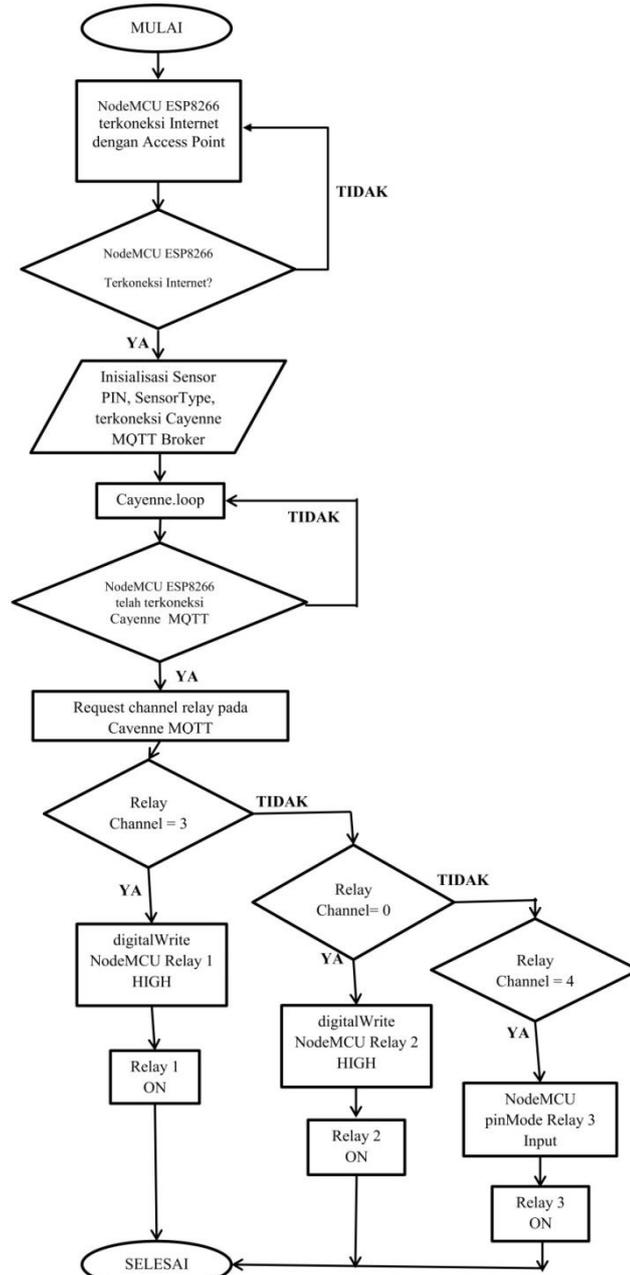
$$Selisih = nilai\ sensor - nilai\ akurat\ manual$$

$$Presentase\ Keakuratan\ (\%) = 100 - \left(\frac{selisih}{nilai\ akurat\ manual} \times 100 \right)$$

(1)



Gambar 5. Flowchart Program Monitoring



Gambar 6. Flowchart Program Controlling

2.3. Pengujian Sistem

Pengujian Sistem dilakukan setelah proses dari perancangan sistem telah berhasil. Pengujian ini berguna untuk mengetahui akurasi sebuah instrumen yang digunakan pada penelitian ini, pengujian tersebut berupa :

1. Pengujian hardware dan software di laboratorium
2. Pengujian hardware dan software di rumah sakit

Proses pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai hasil pembacaan sensor baik suhu maupun kelembaban dengan alat ukur digital yaitu thermoHygrometer. Proses pengujian dilakukan dengan menempatkan node sensor dan alat ukur pada kondisi yang sama dalam beberapa waktu. Pengujian dilakukan selama 3 jam dengan mengambil sample data pada alat ukur thermohygrometer setiap 30 menit sekali untuk kemudian dilakukan perbandingan dengan hasil pengukuran dari sensor pada waktu yang sama. Dari pengujian tersebut dapat diketahui selisih perbedaan antara pengukuran dari sensor dengan alat ukur digital dan dihitung tingkat akurasi dari masing-masing sensor baik untuk pengukuran suhu maupun kelembaban.

3. HASIL DAN ANALISIS

Hasil pengukuran suhu dengan menggunakan sensor DHT11, DHT22, dan SHT30 di rumah sakit dirangkum dalam tabel 1.

Tabel 1 Hasil Selisih Suhu Sensor dan *Thermometer*

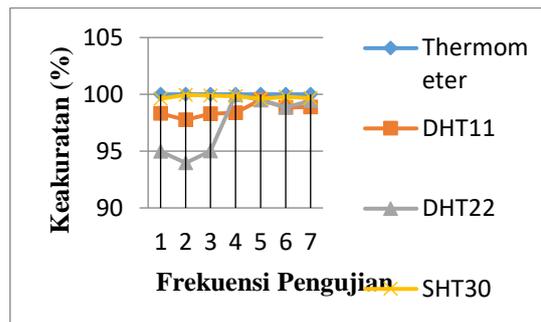
No	Waktu (WIB)	<i>Thermo meter</i>	Sensor (°C)			Selisih Absolut (°C)		
			DHT	DHT	SHT	DHT	DHT	SHT
			11	22	30	11	22	30
1	10.00	17,9	17,60	17	17,97	0,30	0,90	0,07
2	10.30	18,2	17,79	17,10	18,19	0,41	1,10	0,01
3	11.00	18,2	17,89	17,29	18,22	0,31	0,91	0,02
4	11.30	18,4	18,70	18,39	18,43	0,30	0,01	0,03
5	12.00	18,2	18,29	18,29	18,27	0,09	0,09	0,07
6	12.30	18,5	18,29	18,29	18,54	0,21	0,21	0,04
7	13.00	17,9	17,70	18	17,96	0,20	0,10	0,06
Rata-Rata						0,26	0,47	0,043

Berdasarkan hasil perbandingan pengukuran antara thermometer dan sensor dapat diketahui bahwa sensor masih bekerja dengan baik karena hasil selisih masih dalam batas nilai toleransi yang dimiliki oleh setiap sensor. Pada datasheet DHT11 toleransi suhu yang dimiliki adalah $\pm 2\text{oC}$ dan rata-rata selisih suhu yang dihasilkan untuk DHT11 adalah $0,26\text{oC}$ yang berarti hasil kerja sensor masih dalam batas toleransi. Nilai rata-rata selisih pengukuran suhu dari sensor DHT22 adalah $0,47\text{oC}$ yang artinya sensor DHT22 juga masih mendekati batas toleransi yang tertulis pada datasheet DHT22 yaitu sebesar $\pm 0,5\text{oC}$. Pada datasheet SHT30 toleransi suhu yang dimiliki adalah $\pm 0,3\text{oC}$ dan rata-rata selisih suhu untuk SHT30 masih berada pada batas toleransi yaitu $0,043\text{oC}$.

Nilai toleransi ini sangat penting untuk diperhatikan, karena jika hasilnya terlalu besar ataupun terlalu besar maka sensor membutuhkan kalibrasi agar mendapatkan hasil pengukuran yang akurat. Dengan adanya hasil pengujian yang cukup akurat dapat diketahui jika semua sensor yang digunakan dalam sistem masih bekerja dengan baik untuk pengukuran suhu ruangan karena masih dalam batas toleransi yang tertulis pada datasheet. Nilai persentase keakuratan dari masing-masing sensor dapat diketahui dengan membandingkan selisih hasil pengukuran antara thermometer dan sensor. Hasil persentase keakuratan suhu dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Persentase Keakuratan Suhu

No	Waktu (WIB)	Thermo meter	Selisih Absolut (°C)			Keakuratan (%)		
			DHT 11	DHT 22	SHT30	DHT11	DHT22	SHT30
1	10.00	17,9	0,30	0,90	0,07	98,32	94,97	99,61
2	10.30	18,2	0,41	1,10	0,01	97,75	93,96	99,95
3	11.00	18,2	0,31	0,91	0,02	98,30	95	99,89
4	11.30	18,4	0,30	0,01	0,03	98,37	99,95	99,84
5	12.00	18,2	0,09	0,09	0,07	99,51	99,51	99,62
6	12.30	18,5	0,21	0,21	0,04	98,86	98,86	99,78
7	13.00	17,9	0,20	0,10	0,06	98,88	99,44	99,66
Rata-Rata			0,26	0,47	0,043	98,57	97,38	99,76



Gambar 7. Grafik Keakuratan Suhu Sensor DHT11, DHT22, SHT30

Nilai keakuratan berdasarkan pengukuran yang terlihat pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa ketiga sensor memiliki nilai keakuratan yang cukup baik. Sensor SHT30 memiliki nilai rata-rata keakuratan suhu yang paling tinggi dibandingkan dengan sensor DHT11 dan DHT22. Nilai rata-rata persentase keakuratan suhu untuk SHT30 adalah 99,76 %, untuk sensor DHT22 sebesar 97,38 %, dan DHT11 sebesar 98,57 %.

Hasil pengukuran suhu dengan menggunakan sensor SHT30 dapat lebih akurat disebabkan dengan nilai toleransi SHT30 yang paling kecil dibandingkan dengan DHT11 dan DHT22. Semakin kecil nilai toleransi dari sensor, maka semakin besar nilai persentase keakuratan yang dimiliki. Gambar 7 menunjukkan grafik perbandingan persentase keakuratan untuk pengukuran suhu antara sensor DHT11, DHT22, dan SHT30.

Tabel 3. Hasil Selisih Kelembaban Sensor dan Hygrometer

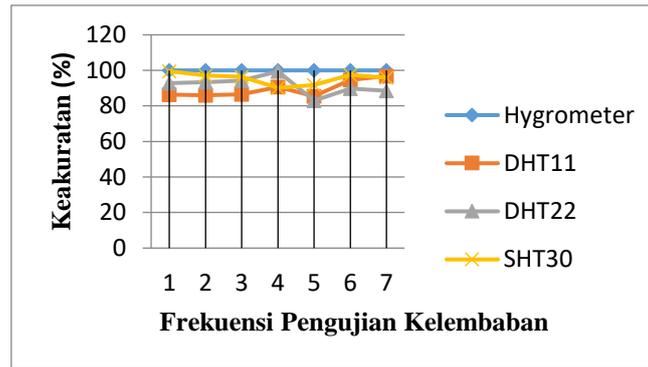
No	Waktu (WIB)	Hygrom eter (%)	Sensor (%)			Selisih Absolut (%)		
			DHT 11	DHT 22	SHT 30	DHT 11	DHT 22	DHT 1
1	10.00	63,7	55	67,59	1	10,00	63,7	55
2	10.30	62,8	54	66,40	2	10,30	62,8	54
3	11.00	62,4	54	65,50	3	11,00	62,4	54
4	11.30	59,6	54	59,90	4	11,30	59,6	54
5	12.00	58,5	50	58,09	5	12,00	58,5	50
6	12.30	55	52	60,29	6	12,30	55	52
7	13.00	53,7	52	59,70	7	13,00	53,7	52
Rata-Rata						6,39	4,38	2,74

Tabel 4. Hasil Selisih Kelembaban Sensor dan Hygrometer

No	Waktu (WIB)	Hygro meter (%)	Selisih Absolut (%)			Keakuratan (%)		
			DHT 11	DHT 22	SHT 30	DHT 11	DHT 22	DHT 1
1	10.00	63,7	8,7	3,89	1	10,00	63,7	8,7
2	10.30	62,8	8,8	3,6	2	10,30	62,8	8,8
3	11.00	62,4	8,4	3,1	3	11,00	62,4	8,4
4	11.30	59,6	5,6	0,3	4	11,30	59,6	5,6
5	12.00	58,5	8,5	8,5	5	12,00	58,5	8,5
6	12.30	55	3	5,29	6	12,30	55	3
7	13.00	53,7	1,7	6	7	13,00	53,7	1,7
Rata-Rata						89,47	91,61	95,49

Pada datasheet DHT11 toleransi suhu yang dimiliki adalah $\pm 5\%$ sehingga masih mendekati batas toleransi dan tidak melampaui terlalu jauh yaitu sebesar 6,39 %. Nilai toleransi kelembaban pada datasheet DHT22 adalah sebesar $\pm 2\%$ dengan akurasi maksimal $\pm 5\%$ sehingga angka toleransi dapat mencapai angka sekitar $\pm 5\%$ dan hasil dari pengukuran menunjukkan rata-rata selisih hasil pengukuran kelembaban DHT22 adalah sebesar 4,38 %. Pada datasheet SHT30 nilai toleransi dari akurasi kelembaban sebesar $\pm 3\%$ dan selisih pengukuran kelembaban SHT30 adalah 2,74% yang masih berada didalam batas toleransi. Berdasarkan hasil perbandingan pengukuran antara Hygrometer dan ketiga sensor tersebut dapat diketahui sensor masih bekerja secara baik atau tidak melebihi nilai toleransi yang dimiliki oleh tiap sensor. Maka ketiga sensor untuk yang digunakan dalam sistem masih bekerja dengan baik untuk digunakan sebagai media pengukuran kelembaban ruangan, karena masih dalam batas toleransi yang tertulis pada datasheet. Nilai persentase keakuratan dari masing-masing sensor dapat diketahui dengan membandingkan selisih hasil pengukuran antara Hygrometer dan sensor. Hasil persentase keakuratan kelembaban sensor dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan pengukuran keakuratan kelembaban yang tertulis pada Tabel 4. SHT30 memiliki nilai rata-rata keakuratan kelembaban yang paling tinggi dibandingkan dengan sensor DHT11 dan DHT22. Nilai rata-rata persentase dari keakuratan kelembaban untuk SHT30 sebesar 95,49 %, untuk sensor DHT11 sebesar 89,47 %, dan untuk DHT22 adalah 91,61 %. Hasil tersebut sesuai dengan nilai toleransi pengukuran kelembaban pada datasheet SHT30 yang paling kecil dibandingkan dengan DHT11 dan DHT22. Semakin kecil nilai toleransi dari sensor, maka semakin besar nilai persentase keakuratan yang dimiliki.



Gambar 8. Grafik Keakuratan Kelembaban Sensor DHT11, DHT22, SHT30

Gambar 8 menunjukkan grafik perbandingan persentase keakuratan pengukuran kelembaban antara sensor DHT11, DHT22, dan SHT30. Semakin akurat suatu sensor maka grafik akan semakin membentuk garis lurus.

Pengujian Node Kontrol dilakukan untuk mengetahui kinerja node kontrol dan pengaruh alat kontrol suhu terhadap suhu ruangan. Sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan, untuk mengaktifkan atau memulai kinerja node kontrol, NodeMCU perlu terhubung internet kemudian dilakukan pengujian ketika user mulai memberi perintah hingga node kontrol mulai bekerja.

Ketika user memberi perintah dengan menekan on/off, up atau down pada layar android, node kontrol akan menerima perintah dan langsung bekerja sesuai dengan perintah. Dapat dilihat jarak waktu atau delay dari user mengirim perintah hingga node kontrol mulai bekerja.

Tabel 5. Delay Node Kontrol Mulai Bekerja

No.	Perintah	Delay Node Kontrol mulai bekerja
1.	<i>On/Off</i>	3 Detik
2.	<i>Up</i>	3 Detik
3.	<i>Down</i>	3 Detik

Untuk pengaruh alat kontrol suhu terhadap suhu ruangan dilakukan pengujian dengan membandingkan besar suhu ruangan setelah dan sebelum dilakukan kontrol suhu terhadap air conditioner. Ketika suhu air conditioner dinaikkan maka diharapkan suhu ruangan akan naik. Begitu juga sebaliknya, ketika suhu air conditioner diturunkan maka diharapkan suhu ruangan akan turun. Hal ini dapat ditunjukkan dari database sebelum dan sesudah dilakukan kontrol.

Pengujian yang pertama adalah dimana suhu air conditioner dinaikkan sehingga mempengaruhi suhu ruangan. Suhu ruangan akan bertambah dikarenakan pengaturan suhu air conditioner dinaikkan.

Timestamp	Device..Y	ChannelY	Sensor Name	Sensor ID	Data T..Y	Unit	Values
2020-08-13 12:40:57	Generic ES...	5	Humidity (SHT30)	d00d1f90-6d00-11ea-b3...		p	42.67
2020-08-13 12:40:57	Generic ES...	6	Suhu (SHT30)	583e2b00-c974-11ea-93...		c	27.19
2020-08-13 12:40:57	Generic ES...	1	DHT11Temperature	0787a960-6813-11ea-82...		c	27
2020-08-13 12:40:57	Generic ES...	2	DHT11Humidity	64606e10-6813-11ea-84...		p	41
2020-08-13 12:40:57	Generic ES...	3	Suhu (DHT22)	ce834d80-c911-11ea-a6...		c	26.5
2020-08-13 12:40:57	Generic ES...	4	Humidity (DHT22)	685fdee0-c90e-11ea-b76...		p	47

Gambar 9. Contoh Tampilan Data Suhu di Database pada tanggal 13 Agustus 2020 mulai pukul 12.40.57 AM

Pada tanggal 13 Agustus 2020 mulai pukul 12.40.57 AM dengan suhu awal yang ditampilkan pada gambar. Sensor suhu DHT11 menunjukkan bahwa suhu ruangan awal berada pada angka 27oC dengan nilai kelembaban sebesar 41%. Untuk sensor suhu DHT22 menunjukkan bahwa suhu ruangan awal berada pada angka 26,5oC dengan nilai kelembaban sebesar 47%. Sedangkan sensor suhu SHT30 menunjukkan suhu ruangan awal berada pada angka 27,19oC dengan nilai kelembaban sebesar 42,67%.

Timestamp	Device...	Channel	Sensor Name	Sensor ID	Data T...	Unit	Values
2020-08-13 12:41:40	Generic ES...	5	Humidity (SHT30)	d00d1f90-6d00-11ea-b3...		p	43.24
2020-08-13 12:41:39	Generic ES...	3	Suhu (DHT22)	ce834d80-c911-11ea-a6...		c	26.6
2020-08-13 12:41:39	Generic ES...	4	Humidity (DHT22)	685fdee0-c90e-11ea-b76...		p	48.4
2020-08-13 12:41:39	Generic ES...	6	Suhu (SHT30)	583e2b00-c974-11ea-93...		c	27.23
2020-08-13 12:41:39	Generic ES...	1	DHT11Temperature	0787a960-6813-11ea-82...		c	27
2020-08-13 12:41:39	Generic ES...	2	DHT11Humidity	64606e10-6813-11ea-84...		p	41

Gambar 10. Contoh Tampilan Data Suhu di Database pada tanggal 13 Agustus 2020 mulai pukul 12.41.39 AM

Pada tanggal 13 Agustus 2020 pukul 12.41.39 AM dengan selisih waktu 42 detik dari pemantauan awal dilakukan pemantauan untuk mengetahui apakah sistem kontrol dapat bekerja dengan baik. Untuk mengetahui hal tersebut dilakukan kontrol suhu ruangan dengan menaikkan suhu air conditioner. Pemantauan ini untuk mengetahui perubahan suhu ruangan setelah suhu air conditioner dinaikkan. Sesuai dengan pemantauan, sensor suhu DHT11 menunjukkan besar suhu ruangan tetap berada pada angka 27°C dengan nilai kelembaban masih sama dengan pemantauan awal sebesar 41%.

Untuk sensor suhu DHT22 menunjukkan bahwa suhu ruangan naik menjadi 26,6°C dengan nilai kelembaban sebesar 48,4%. Sedangkan sensor suhu SHT30 menunjukkan suhu ruangan menjadi sebesar 27,23°C dengan nilai kelembaban yang dimiliki sebesar 43,24%.

Pada sensor suhu SHT30 dan DHT22, terjadi kenaikan suhu ruangan setelah dilakukan kontrol. Kenaikan nilai suhu ruangan tersebut begitu kecil dikarenakan selisih waktu yang dipilih sekitar 42 detik, perubahan suhu ruangan yang signifikan memerlukan waktu yang cukup lama. Begitu juga dengan sensor suhu DHT11 yang harus menunggu cukup lama untuk bekerja dengan baik. Namun kedua hal tersebut sudah membuktikan bahwa kontrol suhu untuk menaikkan suhu ruangan bekerja dengan baik, karena suhu ruangan yang dikontrol naik.

Selain dilakukan kontrol suhu dengan menaikkan suhu air conditioner, dilakukan juga pengujian dengan menurunkan suhu air conditioner.

Timestamp	Device...	Channel	Sensor Name	Sensor ID	Data T...	Unit	Values
2020-08-13 12:39:54	Generic ES...	5	Humidity (SHT30)	d00d1f90-6d00-11ea-b3...		p	43.32
2020-08-13 12:39:54	Generic ES...	3	Suhu (DHT22)	ce834d80-c911-11ea-a6...		c	26.5
2020-08-13 12:39:54	Generic ES...	4	Humidity (DHT22)	685fdee0-c90e-11ea-b76...		p	47.6
2020-08-13 12:39:54	Generic ES...	6	Suhu (SHT30)	583e2b00-c974-11ea-93...		c	27.32
2020-08-13 12:39:54	Generic ES...	2	DHT11Humidity	64606e10-6813-11ea-84...		p	41
2020-08-13 12:39:54	Generic ES...	1	DHT11Temperature	0787a960-6813-11ea-82...		c	27

Gambar 11. Contoh Tampilan Data Suhu di Database pada tanggal 13 Agustus 2020 mulai pukul 12.39.54 AM

Ditanggal yang sama, 13 Agustus 2020 mulai pukul 12.39.54 AM dengan suhu awal yang ditampilkan pada gambar. Sensor suhu DHT11 menunjukkan bahwa suhu ruangan awal berada pada angka 27°C dengan nilai kelembaban sebesar 41%. Untuk sensor suhu DHT22 menunjukkan bahwa suhu ruangan awal berada pada angka 26,5°C dengan nilai kelembaban sebesar 47,6%. Sedangkan sensor suhu SHT30 menunjukkan suhu ruangan awal berada pada angka 27,32°C dengan nilai kelembaban sebesar 43,32%.

Timestamp	Device...	Channel	Sensor Name	Sensor ID	Data T...	Unit	Values
2020-08-13 12:40:15	Generic ES...	5	Humidity (SHT30)	d00d1f90-6d00-11ea-b3...	rel_hum	p	43.119998931885
2020-08-13 12:40:15	Generic ES...	2	DHT11Humidity	64606e10-6813-11ea-84...	rel_hum	p	41
2020-08-13 12:40:15	Generic ES...	4	Humidity (DHT22)	685fdee0-c90e-11ea-b76...	rel_hum	p	47.5
2020-08-13 12:40:15	Generic ES...	3	Suhu (DHT22)	ce834d80-c911-11ea-a6...	temp	c	26.5
2020-08-13 12:40:15	Generic ES...	6	Suhu (SHT30)	583e2b00-c974-11ea-93...	temp	c	27.290000915527
2020-08-13 12:40:15	Generic ES...	1	DHT11Temperature	0787a960-6813-11ea-82...	temp	c	27

Gambar 12. Contoh Tampilan Data Suhu di Database pada tanggal 13 Agustus 2020 mulai pukul 12.40.15 AM

Pada tanggal 13 Agustus 2020 pukul 12.40.15 AM dengan selisih waktu 31 detik dari pemantauan awal dilakukan pemantauan untuk mengetahui apakah sistem kontrol dapat bekerja dengan baik. Untuk mengetahui hal tersebut dilakukan kontrol suhu ruangan dengan menurunkan suhu air conditioner. Pemantauan ini untuk mengetahui perubahan suhu ruangan setelah suhu air conditioner diturunkan. Sesuai dengan pemantauan, sensor suhu DHT11 menunjukkan besar suhu ruangan tetap berada pada angka 27°C dengan nilai kelembaban masih sama dengan pemantauan awal sebesar 41%. Untuk sensor suhu DHT22 menunjukkan bahwa suhu ruangan turun menjadi 26,5°C dengan nilai kelembaban sebesar 47,5%. Sedangkan sensor suhu SHT30 menunjukkan suhu ruangan menjadi sebesar 27,29°C dengan nilai kelembaban yang dimiliki sebesar 43,12%.

Pada sensor suhu SHT30 dan DHT22, suhu ruangan turun setelah dilakukan kontrol, namun selisih begitu kecil dikarenakan selisih waktu yang dipilih hanya 31 detik, sama halnya pengujian kenaikan suhu, perubahan suhu ruangan yang signifikan memerlukan waktu yang cukup lama. Begitu juga dengan sensor suhu DHT11 yang harus menunggu cukup lama untuk bekerja dengan baik. Kedua pengujian tersebut sudah membuktikan bahwa kontrol suhu untuk menaikkan suhu ruangan bekerja dengan baik. Serta kontrol suhu untuk menurunkan suhu ruangan bekerja dengan baik juga.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembuatan dan percobaan sistem pada penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem *monitoring* ruang penyimpanan obat dibangun dengan memanfaatkan sensor DHT11, DHT22, dan SHT30 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban ruangan yang terhubung pada *NodeMCU ESP8266* sebagai mikrokontroler yang sudah memiliki modul *Wi-Fi* pada frekuensi 2.4 Ghz, IEEE 801,11 b/g/n sebagai alat komunikasi pengiriman data dari *node* sensor.
2. Sistem *controlling* ruang penyimpanan obat dibangun dengan memanfaatkan modul *relay* sebagai penghubung *remote control* AC dan bertindak sebagai saklar otomatis dan *NodeMCU ESP8266* sebagai mikrokontroler.
3. Sensor SHT30 bekerja paling baik dalam pengukuran suhu dengan rata-rata kesalahan yang paling kecil yaitu 0,043°C dan tingkat keakuratan pengukuran suhu paling tinggi sebesar 99,76% serta bekerja paling baik dalam pengukuran kelembaban dengan rata-rata kesalahan paling kecil yaitu 2,76% dan tingkat keakuratan pengukuran paling tinggi sebesar 95,49% dibandingkan dengan sensor DHT11 dan DHT22.

Pada penelitian analisis data sensor suhu dan kelembaban pada ruang penyimpanan obat ini, agar sistem menjadi lebih maksimal maka diberikan saran sebagai berikut:

1. Menambahkan fungsi kontrol untuk tombol *remote* AC (*air conditioner*) selain on/off dan up/down.
2. Sistem kontrol hanya bisa digunakan pada merk AC tertentu yaitu Panasonic dan National maka perlu dikembangkan lagi untuk *remote* AC lain.
3. Menambahkan sistem kontrol memakai pemanas ruangan untukantisipasi jika suhu lingkungan lebih rendah dari standar suhu ruangan yang telah ditentukan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budioko, T. Sistem Monitoring Suhu Jarak Jauh Berbasis Internet of Things Menggunakan Protokol MQTT. Proceeding Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi-SRITI; 2016.
- [2] Karlida, I., & Musfiroh, I. Review: Suhu Penyimpanan Bahan Baku Dan Produk Farmasi Di Gudang Industri Farmasi; 2017.
- [3] Kementerian Kesehatan. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 58 Tahun 2014 Tentang Standar Pelayanan Kefarmasian di Rumah Sakit; 2014.
- [4] Khusain, M. *Perancangan Alat Monitoring Dan Penyiraman Otomatis Tanaman Cabai Hidroponik Sistem Fertigasi Berbasis Android* [Undergraduate, Universitas 17 Agustus 1945]. (2018).
- [5] Nadiansyah, R. Sistem Pengendali Kipas Angin Berbasis Nodemcu Esp8226 [Phd Thesis]. Stmik Akakom Yogyakarta; 2018.
- [6] Nugrahanto, I. Pembuatan Water Level Sebagai Pengendali Water Pump Otomatis Berbasis Transistor. Sistem; 2017.
- [7] Patel, K. K., & Patel, S. MInternet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges. International Journal of Engineering Science and Computing; 2016.
- [8] Pratama, I., & Suakanto, S. Wireless Sensor Network. Bandung: Informatika; 2015.
- [9] Saptadi, A. H. Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22. *Jurnal Infotel*; 2014.
- [10] Sasono, S. H., Al Akrom, R., & Machmod, R. Optimalisasi Smartphone Untuk Kontrol Dan Monitor Air Conditioner Pada Shelter Starone Semarang; 2015.
- [11] Sasono, S. H., Rochadi, A., & Putri, I. D. *Analisis Data Sensor Pada Sistem Monitoring Dan Kontrol Suhu Dan Kelembaban Ruang Penyimpanan Benih Kedelai Berbasis Android Menggunakan Nodemcu*; 2018.