

# Pembuatan Sistem Monitoring dan Pengendalian Suhu Gardu Trafo dengan Internet Of Things

Hendro Agus Widodo <sup>[1]</sup>, M Bima <sup>[2]</sup>, Urip Mudjiono <sup>[3]</sup>, Irfan Kristiawan <sup>[4]</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi TKK, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, PPNS, Surabaya 60111

**Abstrak**—Dalam proses pembangkitan energi listrik, seluruh elemen yang dioperasikan harus terjamin keandalan, kontinuitas pelayanannya, peluasan, fleksibel, kondisi lingkungan dan ekonomis. Salah satu elemen penting pembangkit adalah transformator. Transformator merupakan komponen utama dalam sistem penyaluran tenaga listrik. Seiring dengan meningkatnya jumlah pembebanan maka transformator akan mengalami kenaikan suhu yang tidak dapat diketahui. Kenaikan suhu transformator juga dapat dipengaruhi kondisi udara di ruang transformator. Apabila suhu ruang transformator terlalu tinggi, transformator akan *overheating* dan bisa mengakibatkan ledakan. Dari permasalahan penelitian membuat sistem monitoring dan pengendali suhu gardu travo. Penelitian diawali dengan identifikasi masalah, pengumpulan dan pengolahan data, perancangan alat, uji coba serta melakukan analisa dan kesimpulan hingga dihasilkan gagasan baru berupa pembuatan sistem monitoring dan pengendali suhu di ruang gardu travo berbasis IoT (*Internet of Things*). Sistem ini mampu memantau dan mengendalikan suhu udara ambien dan pada ruang gardu travo sesuai *set point* yang telah ditentukan dan dapat monitoring jarak jauh menggunakan IoT. Pengujian menggunakan simulasi transformator yang suhunya bisa dinaikan untuk uji komunikasi Web. Hasil uji sistem monitoring dan pengendalian suhu gardu travo dilakukan sebanyak 10 kali pengiriman data. Dari keseluruhan pengujian, data dapat terkirim dengan rata-rata waktu pengiriman sebesar 1,3 detik. Sistem monitoring suhu ini dapat dilakukan selama 24 jam melalui Web. Pembuatan sistem monitoring dan Pengendalian suhu gardu Trafo ini diyakini mampu menjaga keandalan kerja dan kontinuitas pelayanan transformator.

**Kata Kunci**—*internet of things; overheating; suhu; transformator*

## I. INTRODUCTION

Sistem tenaga listrik adalah suatu sistem yang berfungsi untuk membangkitkan, mentransmisikan dan mendistribusikan energi listrik dari pusat pembangkit sampai konsumen. Dalam proses pembangkitan energi listrik, seluruh elemen yang dioperasikan harus terjamin keandalan, kontinuitas pelayanannya, peluasan, fleksibel, kondisi lingkungan dan ekonomis.

Salah satu elemen penting dalam sistem tenaga listrik adalah transformator. Karena transformator ini berfungsi sebagai penurun maupun penaik tegangan selain itu transformator merupakan peralatan listrik yang dapat menghasilkan panas saat beroperasi sehingga dapat

menyebabkan meningkatnya suhu udara ambien di ruang transformator. Suhu udara di ruang transformator harus dijaga sesuai dengan spesifikasi ambient temperature transformator dan standar yang ditetapkan. Penjagaan suhu dimaksudkan agar suhu ruang tetap stabil dan tidak terjadi kenaikan suhu berlebih (*overheating*) pada transformator. Temperatur yang tinggi dapat menyebabkan kerja transformator tidak optimal. Selain itu, parameter lain yang perlu diperhatikan adalah kelembaban. Kondisi ruangan yang lembab dapat mengakibatkan peralatan listrik menjadi mudah korosif dan mengurangi keandalan kerja transformator.

Peminimalisir terjadinya *overheating* dan korosif pada transformator diperlukan sistem pemantauan dan pengendalian terhadap kondisi ruang transformator. Parameter yang digunakan meliputi temperatur dan kelembaban. Pemantauan dan pengendalian ini dilakukan dengan merancang alat yang mampu memonitor suhu dan kelembaban udara pada ruang transformator dan mengendalikannya dengan exhaust fan dan heater. Dalam sistem yang dibuat, heater dimaksudkan pada saat kondisi standby. Monitoring dan pengendalian yang dirancang mampu bekerja otomatis dengan menggunakan teknologi IoT (*Internet of Things*) pada sistem monitoringnya. Tugas akhir ini difokuskan pada upaya pengendalian suhu udara ambien dan kelembaban ruang transformator yang dapat dimonitoring jarak jauh berbasis IoT (*Internet of Things*). Hasil perancangan dan pembuatan sistem monitoring dan pengendalian ini diharapkan mampu menjaga keandalan kerja dan kontinuitas pelayanan transformator.

## II. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perencanaan dan aplikasi.

### A. Perencanaan

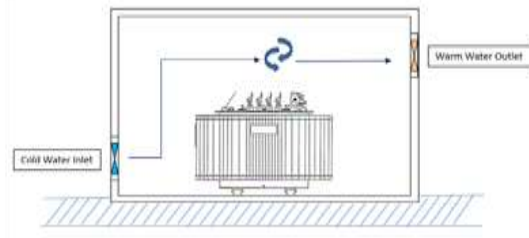
Perencanaan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

#### 1. Pembuatan Konsep Desain

Setelah melakukan pengumpulan data dan informasi maka tahap lanjutan yang dilakukan adalah melakukan perancangan sistem monitoring dan pengendalian suhu ambien dan kelembaban. Kegiatan yang dilakukan antara lain :

a) Perancangan Desain Rancang Bangun Sistem

Pembuatan rancang bangun dilakukan dengan membuat rancangan desain sistem. Perancangan desain sistem meliputi pembuatan panel control, pembuatan desain rancang bangun menggunakan software AutoCAD 2007, Pemrograman NodeMCU menggunakan software Arduino IDE, Pembuatan desain web untuk menampilkan data dari database MySQL serta pemilihan komponen yang digunakan. Konsep desain sistem ditunjukkan pada gambar 2.

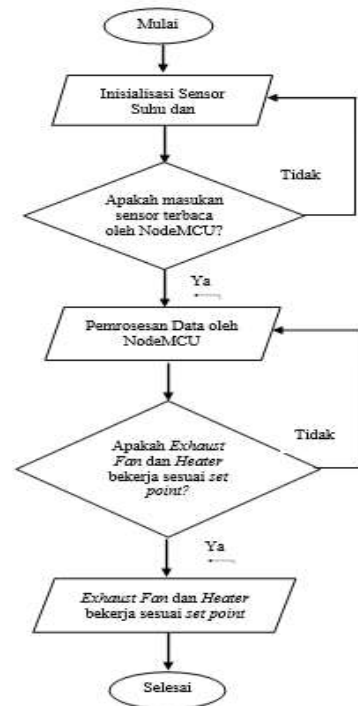


Gambar 2. Desain panel control diruang Travo

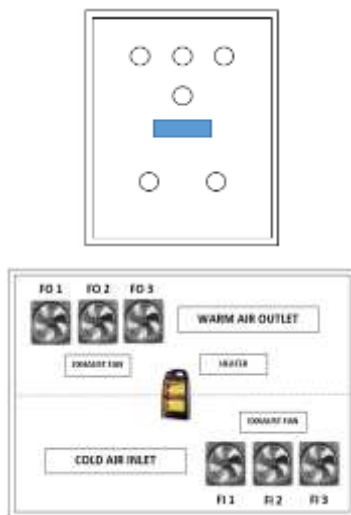
B. Pembuatan software



Gambar 1. Diagram Alir



Gambar 3. Desain sistem monitoring



1. Pembuatan Program

a) Data Pin Input dan Output

Pendataan input dan output yang diperlukan digunakan untuk mempermudah dalam pembuatan program pada Arduino IDE. Sensor DHT11 menggunakan pin digital NodeMCU sebagai input, exhaust fan dan heater oleh relay yang terhubung ke pin output. Tabel 1 menunjukkan input dan output yang digunakan untuk pembuatan program yang terdiri dari 1 input dan 4 output yang memiliki fungsi yang berbeda.

TABEL 1. DATA PIN INPUT DAN OUTPUT

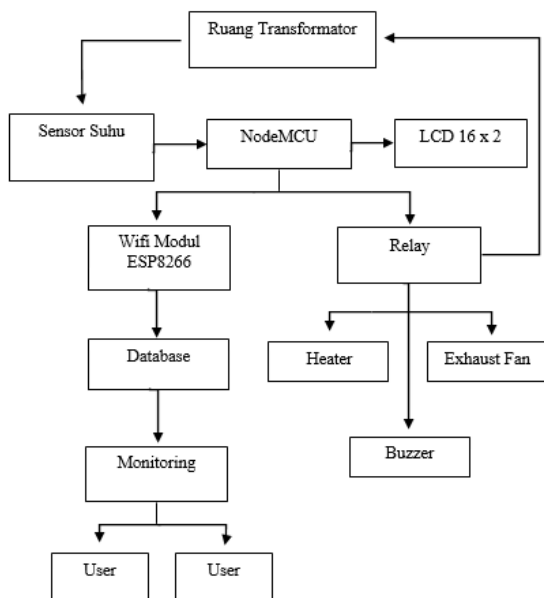
No.	Tipe	Alamat Pin	Keterangan
1	Input	D2	Sensor DHT 11
2	Output	D5	Relay CH 1

3	Output	D6	Relay CH 2
4	Output	D7	Relay CH 3
5	Output	D8	Relay CH 4

b) Pembuatan Program NodeMCU Berbasis IoT

Pembuatan program dengan menggunakan modul mikrokontroler (NodeMCU 1.0 (12E)) yang akan menjadi inti dari alat yang akan dibuat. Program akan terus mendeteksi suhu ruangan transformator dan kelembaban serta menyalakan *exhaust fan* jika suhu ruangan (°C) telah mencapai *set point* yang ditentukan dan heater akan menyala jika kelembaban (%) mencapai *set point* yang telah ditentukan. Suhu udara dan kelembaban di dalam ruangan trafo juga akan terus dimonitor dan otomatis akan mengaktifkan *exhaust fan*. Jika suhu semakin tinggi (sesuai dengan *set point* yang ditentukan) maka semakin banyak jumlah *exhaust fan* yang menyala dan otomatis akan mati saat suhu sudah berkurang (sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan).

Heater digunakan saat kelembaban ruang transformator mencapai *set point* yang telah ditentukan. Penggunaan heater dimaksudkan hanya pada saat transformator dalam kondisi trip atau *stand by*. Data dari sensor suhu dan kelembaban akan dikirim ke database serta ditampilkan di halaman web. Dalam pembuatan program sistem monitoring dan pengendalian suhu dan kelembaban ruang transformator berbasis IoT diperlukan diagram blok untuk mempermudah pembuatan. Gambar 4 menunjukkan diagram blok sistem kerja alat.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

c) Pembuatan Database MySQL

Pembuatan database pada penelitian ini menggunakan MySQL dari website [www.dapurhosting.com](http://www.dapurhosting.com). Langkah awal untuk membuat database adalah dengan membuka web dengan alamat [www.dapurhosting.com](http://www.dapurhosting.com). Selanjutnya proses pembuatan akun yang akan meminta identitas dari pembuat akun atau pengguna. Setelah akun dibuat maka selanjutnya adalah masuk ke akun yang telah dibuat.

d) Pembuatan Tampilan Web monitoring

Pembuatan tampilan web digunakan untuk menampilkan data dari sistem atau alat yang dirancang. Tampilan web memiliki fitur diantara lain menu login dengan username dan password ditunjukkan pada Gambar dibawah tampilan utama meliputi indikator aktif seluruh aktuator ditunjukkan pada gambar.

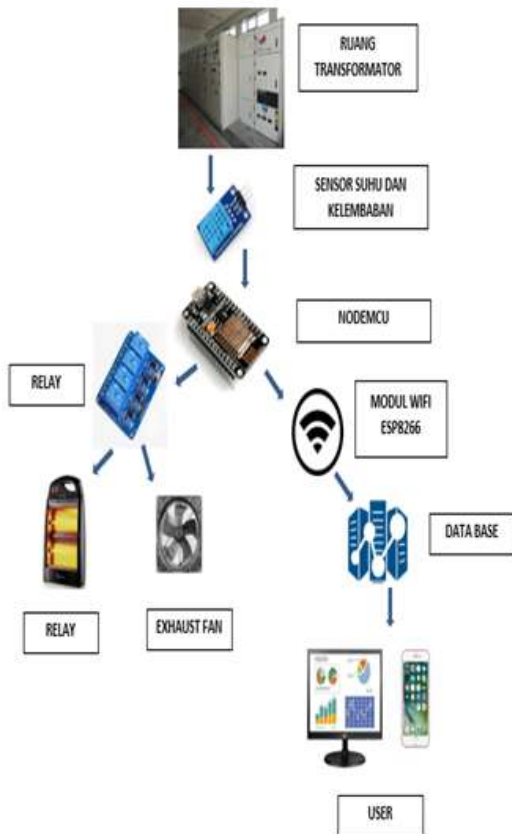


Gambar 5. tampilan web

2. Diagram Sistem

Pada gambar dibawah ini menjelaskan tentang diagram Pembuatan Sistem Monitoring dan Pengendalian Suhu Gardu Trafo dengan *Internet Of Things* pada ruang transformator. Diagram sistem kerja alat digunakan untuk mengetahui alur kerja dari sistem atau alat secara keseluruhan mulai dari pemasangan sensor sampai dengan mengaktifkan aktuator berupa exhaust fan dan heater. Sensor yang digunakan adalah sensor kelembaban DHT 11. Sensor DHT 11 merupakan sebuah sensor yang memiliki dua parameter pengukuran yaitu meliputi suhu dan kelembaban. Parameter sensor suhu digunakan untuk pendeteksian suhu udara ambien di ruang transformator dan parameter kelembaban digunakan untuk pendeteksian tingkat kelembaban di ruang transformator. Sensor akan mengirim data ke mikrokontroler nodeMCU lalu diproses dan mengirimkan perintah ke modul wifi ESP8266. Mikrokontroler NodeMCU telah dilengkapi dengan modul wifi sehingga tidak diperlukan modul ESP8266 eksternal. Perintah yang dikirim akan dimasukkan ke

dalam sebuah database lalu ditampilkan melalui web yang dapat diakses pada halaman web yang telah dibuat.



Gambar 6. Diagram Sistem Alat

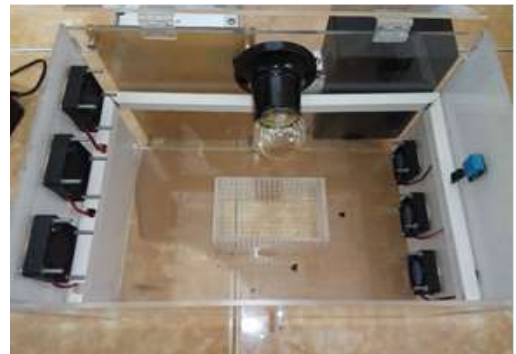
a) Pembuatan Sistem Mekanik

Pembuatan sistem mekanik yaitu pembuatan plan penelitian meliputi pembuatan panel dan konstruksi ruangan transformator sebagai media percobaan. Pada panel dilengkapi push bottom, alarm dan LCD 1602 yang dipasang pada daun pintu panel.



Gambar 7. panel kontrol

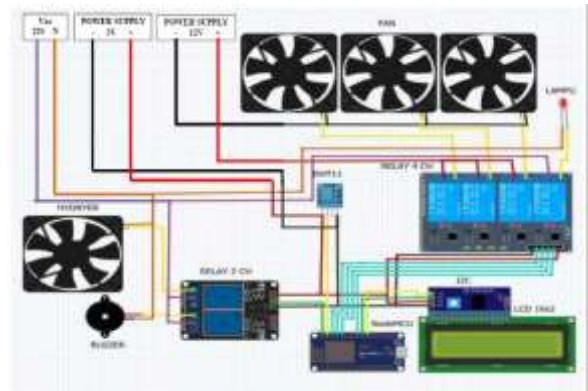
Untuk konstruksi perancangan travo dibuat dari bahan akrilik dan bahan penunjang lainnya yang digunakan untuk pengujian alat.



Gambar 8. ruang konstruksi travo

b) Perancangan Wiring Diagram

Perancangan wiring diagram digunakan untuk mempermudah pada saat merangkai komponen listrik yang dibutuhkan. Peralatan atau komponen listrik yang telah disiapkan dirangkai sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah sistem yang memiliki fungsi kerja tertentu. Seluruh komponen dirangkai atau dipasang sesuai dengan prinsip kerja alat yang digunakan. Gambar dibawah ini menunjukkan gambar wiring diagram sistem monitoring dan pengendali suhu berbasis IoT menggunakan NodeMCU.



Gambar 9. Wiring Diagram Rangkaian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Komponen Input

Pengujian komponen *input* dilakukan untuk memastikan bahwa *input* dapat bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan program pada setiap komponen yang digunakan sebagai *input*. Pengujian dinyatakan berhasil apabila komponen tersebut berjalan sesuai prinsip kerjanya. Sistem monitoring dan pengendalian suhu dan kelembaban menggunakan 1 sensor DHT11 yang memiliki 2 *input* yang terdiri dari suhu dan kelembaban.

### B. Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara. Jika suhu yang telah diset tercapai maka akan mengaktifkan exhaust fan, semakin tinggi suhu yang terdeteksi semakin banyak jumlah exhaust fan yang aktif. Dan saat tingkat kelembaban ruangan melebihi set yang telah ditentukan maka pemanas ruangan akan aktif. Langkah-langkah pengujian sensor DHT11.

1. Memasang sensor DHT11 di dalam ruang transformer untuk mendeteksi suhu dan kelembaban.
2. Menghubungkan pin data sensor ke D2 NodeMCU, pin GND sensor ke pin GND NodeMCU, VCC ke sumber tegangan 5 VDC
3. Membuat program menggunakan Arduino IDE kemudian upload ke modul NodeMCU.
4. Membuka Serial Monitor pada program Arduino IDE
5. Menaikkan suhu ruangan menggunakan pemanas luar berupa hair dryer secara perlahan.
6. Memperhatikan hasil sensor di serial monitor Arduino IDE dan membandingkan dengan nilai pembacaan termometer dan hygrometer.

Hasil pengujian sensor dilakukan secara terpisah antara suhu dan kelembaban, hal ini dimaksudkan untuk mengetahui keandalan kerja sensor DHT11 di masing-masing parameter ukurnya. Hasil pengujian sensor DHT11 yang pertama adalah suhu yang ditunjukkan pada Tabel II dengan suhu 32°C, Tabel III dengan suhu 35°C dan Tabel IV dengan suhu 38°C. Gambar 4.2 merupakan contoh pengujian sensor dengan suhu dan kelembaban sebenarnya menggunakan thermometer dan hygrometer.

TABEL II. PENGUJIAN SENSOR DHT11 DENGAN SUHU 32°C

No.	Output Serial Monitor (°C)	Pengujian dengan Thermometer (°C)
1.	32,0	32,2
2.	32,0	32,7
3.	32,0	33,1
4.	32,0	32,4
5.	32,0	32,3
7.	32,0	32,2
8.	32,0	32,4
9.	32,0	33,1
10.	32,0	32,5
Rata2	32,0	32,5

Berdasarkan pengujian sensor DHT11 dengan suhu 32°C yang ditunjukkan pada Tabel II nilai presentase *error* sensor adalah 0,015 %

TABEL III. PENGUJIAN SENSOR DHT11 DENGAN SUHU 35°C

No.	Output Serial Monitor (°C)	Pengujian dengan Thermometer (°C)
1.	35,0	35,1

2.	35,0	36,2
3.	35,0	35,4
4.	35,0	36,2
5.	35,0	35,3
6.	35,0	35,3
7.	35,0	35,2
8.	35,0	36,1
9.	35,0	36,2
10.	35,0	35,8
Rata2	35,0	35,6

Berdasarkan pengujian sensor DHT11 dengan suhu 35°C yang ditunjukkan pada Tabel III nilai presentase *error* sensor adalah 0,017 %

TABEL IV. PENGUJIAN SENSOR DHT11 DENGAN SUHU 38°C

No.	Output Serial Monitor (°C)	Pengujian dengan Thermometer (°C)
1.	38,0	39,1
2.	38,0	38,2
3.	38,0	39,1
4.	38,0	39,3
5.	38,0	38,4
6.	38,0	38,4
7.	38,0	38,5
8.	38,0	39,1
9.	38,0	38,8
10.	38,0	39,1
Rata2	38,0	38,7

Berdasarkan pengujian sensor DHT11 dengan suhu 38°C yang ditunjukkan pada Tabel IV nilai presentase *error* sensor adalah 0,018 %.

### C. Pengujian Komponen Output

Pengujian komponen *output* dilakukan untuk memastikan bahwa semua *output* dapat berjalan dengan baik. Pengujian dikatakan berhasil apabila komponentersebut berjalan sesuai prinsip kerjanya. Rancang bangun monitoring dan pengendalian suhu dan kelembaban ruang transformator ini menggunakan 2 *output* yaitu *exhaust fan* dan *heater*. Semua komponen *output* dikendalikan menggunakan modul *relay* karena menggunakan sumber tegangan yang berbeda berupa (*direct current*) DC dan (*alternating current*) AC.

#### 1. Pengujian Exhaust Fan

Exhaust fan yang digunakan terpasang di dua sisi ruangan, yang satu berada di sisi bawah untuk menyedot udara segar dari luar masuk ke dalam ruangan dan satu lainnya terdapat di sisi atas ruangan untuk menyedot udara panas (udara ambien) yang terdapat di dalam ruangan untuk ditiupkan ke luar ruangan. *Exhaust fan* yang digunakan menggunakan sumber tegangan 12 VDC sehingga diperlukan *relay module* dan *adaptor power supply* untuk mengaktifkannya. Cara kerja sistem ini adalah ketika suhu atau temperatur di dalam ruangan mencapai range set point yang telah ditentukan maka *exhaust fan* akan bekerja. Berikut merupakan langkah-langkah pengujian beserta hasil pengujiannya. Langkah-langkah pengujian *exhaust fan* adalah sebagai berikut :

- a) Merangkai *exhaust fan* dengan menghubungkan ke relay modul yang sudah terhubung dengan *adaptor power supply* 12 VDC.
- b) Menghubungkan NodeMCU dengan komputer melalui kabel USB
- c) Membuat program menggunakan Arduino IDE kemudian upload ke board NodeMCU.
- d) Mengamati apakah *exhaust fan* menyala sesuai dengan set point yang telah ditentukan.

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa *exhaust fan* bekerja sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan. Hasil pengujian *exhaust fan* ditunjukkan Tabel V.

TABEL V. HASIL PENGUNJIAN *EXHAUST FAN*

No.	Suhu (°C)	Keterangan		
		Exhaust Fan 1 dan 4	Exhaust Fan 2 dan 5	Exhaust Fan 3 dan 6
1	30,0	ON	OFF	OFF
2	30,0	ON	OFF	OFF
3	31,0	ON	OFF	OFF
4	32,0	ON	ON	OFF
5	32,0	ON	ON	OFF
6	33,0	ON	ON	OFF
7	34,0	ON	ON	OFF
8	34,0	ON	ON	OFF
9	35,0	ON	ON	OFF
10	36,0	ON	ON	ON

2. Pengujian *Heater*

*Heater* atau pemanas yang digunakan pada rancang bangun yang dirancang adalah lampu pijar. Pemanas digunakan untuk mengontrol kelembaban di dalam ruang transformator. Cara kerja dari sistem ini adalah pada saat kelembaban pada ruangan telah mencapai set point yang telah ditentukan maka *heater* akan bekerja. Berikut adalah langkah-langkah pengujian beserta hasil pengujiannya. Langkah-langkah pengujian heater atau pemanas :

- a) Menyambungkan kabel pemanas N ke N dari stop kontak, kabel pemanas L dipasang ke port COM dari relay modul, port NO relay dihubungkan ke L dari stop kontak.
- b) Merangkai sensor DHT11 dengan NodeMCU
- c) Merangkai relay dengan NodeMCU serta menghubungkan dengan kabel USB.
- d) Membuat program menggunakan Arduino IDE, kemudian upload ke board NodeMCU.

- e) Mengamati apakah *heater* atau pemanas dapat bekerja setelah set point tercapai.

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa *heater* bekerja sesuai dengan set point yang telah ditentukan. Hasil pengujian *heater* ditunjukkan Tabel VI.

TABEL VI. HASIL PENGUNJIAN *HEATER*

No.	Kelembaban (%)	Keterangan
		Heater
1	64,0	ON
2	64,0	ON
3	63,0	ON
4	63,0	ON
5	62,0	ON
6	61,0	ON
7	60,0	ON
8	59,0	OFF
9	58,0	OFF
10	58,0	OFF

3. Pengujian *Pemanas ruangan*

Sistem atau alat yang di rancang menggunakan hairdryer sebagai pemanas luar sebagai pembangkit panas pengganti panas yang dibangkitkan oleh transformator. Tingkat panas dapat disetting melalui hairdryer yang kemudian akan direspon oleh sensor DHT11 yang akan mengaktifkan exhaust fan. Jumlah exhaust fan yang aktif berbanding lurus dengan tingkat panas pada ruangan.

TABEL VII. HASIL PENGUNJIAN *PEMANAS RUANGAN*

No.	Kondisi Pemanas	Waktu (s)	Suhu (°C)
1	ON	2	30
2	ON	4	31
3	ON	6	31
4	ON	8	32
5	ON	10	33
6	ON	12	34
7	ON	14	35
8	ON	16	36
9	ON	18	38
10	ON	20	40

D. Pengujian *Prototipe*

Pengujian prototipe merupakan tahap terakhir dalam penyusunan penelitian, sebelum melakukan pengambilan data dan penarikan kesimpulan. Langkah pengujian

prototype secara keseluruhan dilakukan setelah program ter-*upload* dan halaman web selesai. Pengujian dilakukan dengan membandingkan 3 pembacaan meliputi serial monitor atau LCD, thermohygro meter digital dan hasil

pembacaan di halaman web. Pengujian prototipe ini dilakukan sebanyak 10 kali pengiriman data untuk memastikan prototipe berjalan dengan baik. Dalam pengiriman sebanyak 10 kali akan dihitung waktu tunda pengiriman menggunakan timer untuk dapat dilihat berapa lama proses pengiriman data dari modul ESP8266 NodeMCU di rancang bangun ke halaman web yang telah dibuat. Perangkat NodeMCU melakukan upload data yang ditampilkan di serial monitor serta yang tampil di halaman web.

Pengujian dilakukan untuk memastikan alat atau sistem yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan prinsip kerja yang telah ditentukan. Berikut adalah langkah-langkah pengujiannya :

1. Memasang komponen sesuai dengan perencanaan atau desain yang telah dibuat.
2. Menghubungkan semua kabel sesuai dengan *wiring diagram* yang telah dibuat.
3. Menaikkan suhu ruang transformator menggunakan pemanas secara perlahan.
4. Menghubungkan kabel USB dari NodeMCU ke komputer.
5. Membuka Arduino IDE kemudian *upload* program ke *board* NodeMCU.
6. Membuka serial monitor pada Arduino IDE.
7. Membuka alamat web kemudian login.
8. Menghubungkan alat atau rancang bangun ke sumber 220 VAC
9. Memperhatikan data yang tampil di halaman web dengan *serial monitor*.

TABEL VIII. HASIL PENGUJIAN PENGIRIMAN DATA

No.	Nilai Sensor				Status
	Suhu (°C)		Kembaban (%)		
	Serial Monitor	Hal Web	Serial Monitor	Hal Web	
1.	30,0	30,0	64,0	64,0	Tekirim
2.	30,0	30,0	64,0	64,0	Tekirim
3.	31,0	31,0	63,0	63,0	Tekirim
4.	32,0	32,0	63,0	63,0	Tekirim
5.	32,0	32,0	62,0	62,0	Tekirim
6.	33,0	33,0	61,0	61,0	Tekirim
7.	34,0	34,0	60,0	60,0	Tekirim
8.	34,0	34,0	59,0	59,0	Tekirim
9.	35,0	35,0	58,0	58,0	Tekirim
10.	36,0	36,0	58,0	58,0	Tekirim
Rata-Rata	-	-	-	-	Tekirim

TABEL IX. HASIL PENGUJIAN PROTOTIPE

No	Suhu (°C)	lembab (%)	Keterangan			
			Exhaust Fan 1 dan 4	Exhaust Fan 2 dan 5	Exhaust Fan 3 dan 6	Heater
1	30,0	64,0	ON	OFF	OFF	ON
2	30,0	64,0	ON	OFF	OFF	ON
3	31,0	63,0	ON	OFF	OFF	ON
4	32,0	63,0	ON	ON	OFF	ON
5	32,0	62,0	ON	ON	OFF	ON
6	33,0	61,0	ON	ON	OFF	ON
7	34,0	60,0	ON	ON	OFF	ON
8	34,0	59,0	ON	ON	OFF	OFF
9	35,0	58,0	ON	ON	OFF	OFF
10	36,0	58,0	ON	ON	ON	OFF

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, baik pengujian pengiriman data maupun pengujian prototipe menunjukkan bahwa sistem atau rancang bangun yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan.

TABEL X. HASIL PENGUJIAN KINERJA

No.	Pengiriman Ke-	Suhu dan Kelembaban				Status	Waktu Tunda (ms)
		Serial Monitor (°C)	Halaman Web (%)	Serial Monitor (°C)	Halaman Web (%)		
1.	1	30,0	30,00	64,0	64,00	Tekirim	1420
2.	2	30,0	30,00	64,0	64,00	Tekirim	1820
3.	3	31,0	31,00	63,0	63,00	Tekirim	1230
4.	4	32,0	32,00	63,0	63,00	Tekirim	1220
5.	5	32,0	32,00	62,0	62,00	Tekirim	1140
6.	6	33,0	33,00	61,0	61,00	Tekirim	2120
7.	7	34,0	34,00	60,0	60,00	Tekirim	1300
8.	8	34,0	34,00	59,0	59,00	Tekirim	1200
9.	9	35,0	35,00	58,0	58,00	Tekirim	1280
10.	10	36,0	36,00	58,0	58,00	Tekirim	1180

Berdasarkan Tabel diatas menunjukkan bahwa sistem monitoring berjalan dengan baik. Dibuktikan dari 10 kali pengiriman data yang dilakukan, keseluruhan pengiriman menghasilkan nilai yang sesuai dengan rata-rata waktu (tunda) pengiriman sebesar 1391 ms atau 1,391 sekon.

E. Penentuan Sistem Sirkulasi Ruang Transformator

Penentuan sistem sirkulasi udara pada sebuah ruangan diperlukan untuk menjaga agar ruangan tetap pada kondisi

yang telah di syaratkan atau ditetapkan. Penentuan atau pemilihan sistem dan cara perhitungan kapasitas menentukan seberapa efektif sistem sirkulasi baik dari sisi biaya maupun dari sisi kemampuan. Pemilihan sistem sirkulasi udara yang mengacu pada SHASE Japan Standard 106 dan SNI 03-6572-2001 tentang tata cara perancangan ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung.

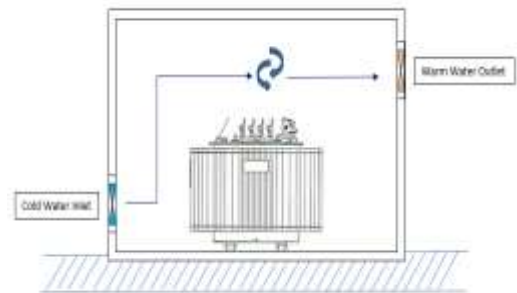
TABEL XI. JENIS SISTEM SIRKULASI UDARA BERDASARKAN FUNGSI RUANG.

Room	Purpos					System			Ventilation Volume Air Change Rate (m³/h)	Remarks
	Decontamination	Heat (Thermal)	Fresh Air	Demurrage	Dust/Gas	Natural System	Class-1 System	Class-2 System		
Toilet	*								5-15	
Locker Room	*					Δ			5	
Storage Warehouse	*	*		*					3-5	
Copy Room	*	*							10	
Shower Room	*		*						3-7	
Bathroom Shower Room	*		*					Δ	3-7	
Pantry	*	*	*	*					8	
Mushalla	*	*	*	*					5-10	
Office Meeting Room	*		*					Δ	(1-3)	
Boiler Room	*	*				*		Δ	(10-15)	
Compressor Room	*	*				*		Δ	(20-30)	
Pump Room	*	*				*		Δ	5	
Water Tank Room	*	*		*		*		Δ	4	
Transformer Room	*	*		*		*		Δ	(20-30)	
Electrical Room (Panel)	*	*				Δ			10-15	
Battery Room	*	*		*		*		Δ	10-30	
Elevator Machine Room	*	*				*		Δ	(10-30)	
Generator Room	*	*	*	*		*		Δ	30-50	
Parking Area				*		Δ			10	
Mishan	*	*	*	*	*	*		Δ	(20-30)	

Sumber: SHASE Japan Standard., 1996

Ruang transformator merupakan ruang yang berpotensi menghasilkan udara panas. Udara panas diruang transformator akan berpengaruh pada kenaikan suhu pada transformator. Suhu udara diruang transformator harus tersirkulasi dengan baik dan tidak boleh melebihi standar yang ditentukan yaitu 30°C. Tabel 10 menunjukkan jenis sistem sirkulasi udara yang digunakan untuk ruangan transformator adalah jenis Class 3 – System.

Class 3 – System merupakan sistem sirkulasi udara yang memiliki 2 sisi, yaitu bagian inlet dan outlet. Bagian inlet merupakan masukan untuk udara segar dari luar, yang mana di bagian inlet ini terdapat atau terpasang 3 buah exhaust fan yaitu exhaust fan 4, exhaust fan 5, dan exhaust fan 6. Sedangkan bagian outlet adalah exhaust fan yang berguna untuk menyedot dan mengeluarkan udara panas ke luar ruangan, yang mana pada sisi outlet juga terdapat atau terpasang 3 buah exhaust fan yaitu exhaust fan 1, exhaust fan 2, dan exhaust fan 3. Sistem sirkulasi yang dirancang pada penelitian ini adalah modifikasi Class 3 – System yang merupakan model atau jenis yang dikembangkan oleh SHASE dengan penambahan exhaust fan pada sisi inlet. Pada gambar 10 merupakan desain atau sistem sirkulasi udara yang dipilih karena akan lebih optimal proses sirkulasi udara diruang transformator.



Gambar 10. Sistem Sirkulasi Udara

F. Penggunaan IoT untuk Sistem Monitoring Ruang Trafo

Semakin berkembangnya dunia teknologi akan membuat sektor industri berlomba-lomba membuat terobosan atau inovasi untuk mengembangkan teknologi yang sedang digunakan. Salah satu teknologi yang sedang berkembang adalah IoT (Internet of Things). Dengan adanya teknologi ini memungkinkan seluruh proses produksi, operasi, pemeliharaan maupun perawatan di industri dapat dikontrol jarak jauh melalui internet.

Sistem monitoring dan pengendalian yang dirancang menggunakan teknologi IoT. Monitoring dapat dilakukan dengan mengakses halaman web Berdasarkan Tabel hasil pengujian penggunaan IoT berbasis web yang telah dibuat menunjukkan sistem monitoring dan pengendalian suhu bekerja dengan baik dengan waktu tunda rata-rata selama 1,3 detik.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan berdasarkan pengujian yang telah dilakukan.

1. Kesimpulan

Pembuatan sistem monitoring dan pengendali suhu ruang transformator berbasis Internet of Things (IoT), dapat ditarik kesimpulan yaitu prinsip kerja dari sistem yang telah dirancang pada transformator jenis ONAN dan transformator ONAF dapat bekerja dengan baik yaitu akan menghidupkan kipas angin dan mematikan pemanas apabila suhu melebihi setpoint yang diatur. Kemudian, Sensor suhu DS18B20 dapat mendeteksi suhu ruangan dari panas tranformator sesuai standart yang ditentukan yaitu 30°C. Pengujian dengan website sebagai monitoring jarak jauh pada area lokal yang dihubungkan dengan Arduino Mega 2560 melalui pengiriman NodeMCU dapat berfungsi rata-rata waktu tunda pengiriman adalah 1,3 detik.

2. Saran

Dalam penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menghitung kapasitas exhaust fan, air change rate dan volume ruangan transformator, menambah parameter untuk sistem karakteristik 3 phase sehingga dapat dimonitoring arus dan tegangan pada transformator.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wiyatmo Yusman, Purwanto Budi , 2012, “Rancang Bangun Termometer Suhu Tinggi dengan Termokopel,” Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY.
- [2] Sigit Adi Kristanto, Bachtera Indarto., 2013, “Penggunaan Termokopel Tipe K Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 untuk Mengukur Suhu Rendah di Mesin Kriogenik,” Jurnal Sains dan Seni PMOTS 2, No. 1, 1-6.
- [3] Purba, Michael, 1995, “Ilmu Kimia,” Jakarta, Erlangga.
- [4] Adriansyah., 2006., Rancang Bangun Instalasi Pengujian Blower Sentrifugal, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang 3, No.2.
- [5] Prasetyo, Dwi Budi, 2015, “Perancangan Miniatur Sistem Kendali dan Monitoring Suhu Tangki Berpengaduk Menggunakan PLC dan Labview dengan Metod Fuzzy Mamdani,” Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [6] FIST 3-30, 2000, “Facilities Instructions, Standards, and Techniques Transformer Maintenance,” Colorado: United states Department Of The Interior Bureau Of Reclamation.
- [7] PT PLN, 2003, “Panduan Pemeliharaan Trafo Tenaga,” Jakarta : PT PLN (Persero) Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa Bali.

Halaman ini sengaja dikosongkan