

# RANCANG BANGUN PROTOTIPE PERALATAN MONITORING PEMAKAIAN TRANSFORMATOR DAYA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)-WEB

**Mochamad Lutfi Jayaprasthy**

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : mochamadj@mhs.unesa.ac.id

**Subuh Isnur Haryudo**

Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : subuhisnur@unesa.ac.id

## Abstrak

Pada penggunaan Transformaor Daya dalam pendistribusian energi listrik selalu terdapat gangguan yang menyebabkan penurunan kinerja dan kerusakan. Salah satu gangguan tersebut adalah beban lebih atau *overload*. Pada penelitian ini bertujuan untuk memonitoring transformator dari kerusakan yang disebabkan oleh beban lebih yang berasal dari konsumen. Apabila transformator tersebut dalam kondisi normal atau beban maksimal 60% dari kapasitas transformator maka terdapat indikator lampu yang menyala berwarna hijau. Jika beban diantara 60%-70% maka indikator lampu berwarna kuning menunjukkan bahwa harus waspada dengan adanya beban yang bertambah. Dan beban transformator diantara 70%-80% maka lampu merah akan menyala menunjukkan bahwa keadaan transformator dalam kondisi berbeban penuh. Maka pada saat itulah transformator akan langsung terhubung dengan transformator terdekat untuk mensuplai tegangan sehingga transformator tidak sampai pada beban puncak dapat dilihat dengan indikator kembalinya lampu berwarna hijau. Penelitian ini menggunakan transformator daya berjumlah 2 berkapasitas 500 VA. Untuk memonitoring transformator tersebut menggunakan sensor arus SCT-013, sensor suhu DHT11 dan sensor tegangan ZMPT101B. Sensor-sensor tersebut dikontrol menggunakan arduino uno dan semua hasil dari sensor-sensor tersebut dapat dilihat atau dimonitoring melalui web. Hasil dari penelitian ini memiliki Akurasi sistem monitoring terhadap arus, tegangan dan suhu memiliki rata-rata kesalahan hasil pengukuran yang relatif kecil dengan rata-rata *error* pada arus sebesar 4,96%, rata-rata *error* pada tegangan sebesar 5,35% dan rata-rata *error* pada suhu sebesar 1,23%. Dan memiliki rata-rata waktu delay dari terbacanya sensor-sensor kemudian dikirimkan ke web monitoring sebesar 2,9 *second*.

**Kata Kunci:** *Transformator Daya, Arduino Uno, Internet Of Thing (IOT)*

## Abstract

In the use of power Transformers in the distribution of electrical energy there is always a disturbance that causes a decrease in performance and damage. One such disturbance is overload or overload. This study aims to monitor the transformer from damage caused by overload originating from consumers. If the transformer is in a normal condition or a maximum load of 60% of the transformer capacity then there are indications that the lights are green. If the load is between 60% - 70%, the yellow light indicator indicates that you must be aware of the increased load. And the transformer load between 70% -80% then the red light will turn on shows that the transformer is in a state of the transformer in full load condition. So that's when the transformer will be directly connected to the nearest transformer to supply the voltage so that the transformer does not reach the peak load can be seen with the indicator of the return of the green light. This study uses 2 power transformers with a capacity of 500 VA. To monitor the transformer using the SCT-013 current sensor, DHT11 temperature sensor, and ZMPT101B voltage sensor. The sensors are controlled using Arduino Uno and all the results from these sensors can be viewed or monitored via the web. The results of this study have a monitoring system accuracy of the current, voltage and temperature have an average error of measurement results that are relatively small with an average error on the current of 4.96%, an average error on the voltage of 5.35% and an average error at a temperature of 1.23%. And it has an average delay from reading the sensors then sent to a web monitoring of 2,9 second.

**Keywords:** *Power transformer, Arduino Uno, Internet Of Thing (IOT)*

## PENDAHULUAN

Menurut Frisilia (2017), Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat harus diimbangi dengan upaya peningkatan keandalan sistem ketenagalistrikan dengan

cara menjaga sistem penyaluran energi listrik. Sistem penyaluran energi listrik dikelompokkan menjadi 3 sistem yaitu sistem pembangkitan, sistem transmisi dan sistem distribusi. Semua sistem tenaga listrik tersebut tidak terlepas dari transformator.

Menurut Winardi (2017), Gangguan pada transformator dapat menyebabkan rusaknya dan menurunnya kinerja dari transformator. Misalnya, *Overload* terjadi karena beban yang terpasang pada transformator melebihi kapasitas maksimum dari transformator dimana arus beban melebihi arus beban penuh dari transformator. Transformator juga dapat mengalami *Overload* walaupun arus beban belum melebihi arus beban penuh dikarenakan suhu transformator sudah melebihi batas yang diijinkan.

Pada penelitian ini bertujuan untuk memonitoring transformator dari kerusakan yang disebabkan oleh beban lebih yang berasal dari konsumen. Apabila transformator tersebut dalam kondisi aman, beban maksimal 60% dari kapasitas transformator maka terdapat indikator lampu yang menyala berwarna hijau. Jika beban diantara 60%-70% maka indikator lampu berwarna kuning menunjukkan bahwa harus waspada dengan adanya beban yang bertambah. Dan beban transformator diantara 70%-80% maka lampu merah akan menyala menunjukkan bahwa transformator dalam keadaan transformator dalam kondisi berbeban penuh. Jika beban transformator melebihi 80% maka pada saat itulah transformator akan langsung terhubung dengan transformator terdekat untuk mensuplai tegangan sehingga transformator tidak sampai pada beban puncak dapat dilihat dengan indikator lampu kembali berwarna hijau atau kuning dan tidak mengganggu pendistribusian energi listrik.

Penelitian ini menggunakan *Internet Of Things* (IOT) untuk memonitoring arus, tegangan dan suhu pada transformator.

## KAJIAN TEORI Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi- elektromagnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Dalam bidang elektronika, transformator digunakan antara lain sebagai gandengan impedansi antara sumber dan beban, untuk memisahkan satu rangkaian dari rangkaian yang lain, dan untuk menghambat arus searah sambil tetap melakukan atau mengalirkan arus bolak-balik antara rangkaian (Rijono, 1977:1). Dalam menentukan besaran (kapasitas) transformator maka dibutuhkan rumus sebagai berikut. Dalam bidang tenaga listrik transformator dibedakan menjadi 3 yaitu.

### a. Transformator Daya

Transformator daya adalah transformator yang digunakan untuk menaikkan tegangan listrik dari

tegangan rendah ke tegangan tegangan tinggi ataupun sebaliknya.

### b. Transformator Distribusi

Transformator Distribusi adalah transformator yang berfungsi untuk memindahkan daya listrik arus bolak-balik dari suatu rangkaian ke rangkaian lainnya secara induksi eletromagnetik dengan frekuensi yang sama tetapi dengan nilai-nilai tegangan dan arus yang berbeda.

### c. Transformator Pengukuran

Transformator Pengukuran adalah Transformator yang memiliki fungsi untuk sebagai alat ukur bantu untuk keperluan pengukuran. Transformator pengukuran terdapat 2 macam yaitu. *Potential Transformer* (PT) atau Transformator Tegangan adalah transformator satu fasa stepdown yang mentransformasikan tegangan tinggi atau tegangan menengah ke tegangan rendah sehingga dapat dipasangkan alat-alat penunjang. Seperti, indikator, alat ukur, *Relay* dan *Current Transformer* (CT) atau Transformator Arus adalah untuk mengubah nilai arus yang besar menjadi arus yang sekunder sehingga dapat dilakukan pengukuran pada jaringan tersebut.

## Daya Listrik

Daya listrik adalah banyaknya energi listrik yang mengalir setiap detik atau joule per *second* yang diukur dalam satuan watt (W) (Fowler, 2008). Daya dibedakan menjadi 3 yaitu.

### a. Daya Aktif

Daya aktif (*Active Power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Daya aktif inilah yang biasanya dapat dikonversikan dalam bentuk kerja. Daya aktif biasa digunakan secara umum oleh konsumen. Satuan daya aktif dinyatakan dalam watt. Daya aktif, didapat dari persamaan berikut.

$$P = V.I. \cos \theta \quad (1)$$

Keterangan

P = Daya Aktif (Watt)  
V = Tegangan (Volt)  
I = Kuat arus (Ampere)  
 $\cos \theta$  = Faktor daya

### b. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah

transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah Var. Daya reaktif (*reactive power*), didapat dari persamaan berikut.

$$Q = V.I. \sin\theta \text{ [Var]} \quad (2)$$

Keterangan :

Q = Daya Reaktif (Var)

$\sin\theta$  = Faktor reaktif

c. Daya nyata (Daya Kompleks)

Daya nyata (*Apparent Power*) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya nyata adalah VA, didapat dari persamaan berikut.

$$S = V. I \text{ [VA]} \quad (3)$$

Keterangan :

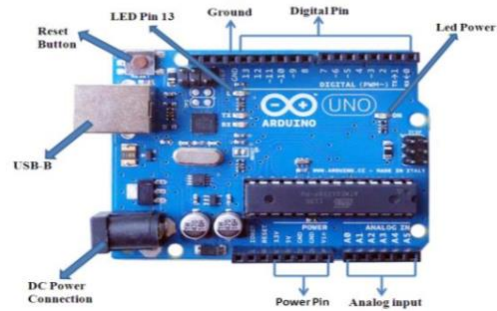
S = Daya nyata (VA)

**Internet Of Things (IOT)**

*Internet Of Things (IOT)* Artinya semua barang fisik yang dapat di-monitor dan dikendalikan dari jarak jauh menggunakan internet. Penggunaan komputer dimasa datang mampu mendominasi pekerjaan manusia dan mengalahkan kemampuan komputasi manusia seperti mengontrol peralatan elektronik dari jarak jauh menggunakan media internet. IOT memungkinkan pengguna untuk mengelola dan mengoptimalkan elektronik dan peralatan listrik yang menggunakan internet. Hal ini berspekulasi bahwa di sebagian waktu dekat komunikasi antara komputer dan peralatan elektronik mampu bertukar informasi di antara mereka sehingga mengurangi interaksi manusia (Aprijunaidi, 2015).

**Arduino Uno**

Arduino adalah mikrokontroler *singleboard* yang dirancang untuk memudahkan penggunaanya karena sifatnya yang *open-source*. Mikrokontroler jenis AtmelAVR adalah mikrokontroler yang digunakan pada arduino. Mikrokontroler AVR menggunakan basis arsitektur AVR RISC (*Reduced Intrution Set Computer*) mengacu pada arsitektur Harvard, yang dibuat oleh Atmel tahun 1996. Jumlah Pin I/O Digital pada arduino yaitu sebanyak 14 pin. Dan 6 diantaranya adalah PWM. Dan Jumlah Pin Input Analog pada arduino yaitu sebanyak 6 pin.



Gambar 1 Arduino Uno  
(Sumber : Riswandi, 2016)

**Sensor Arus SCT-013 20A**

Sensor *Split-core Current Transformer (SCT)* adalah sensor arus yang prinsip kerjanya sama dengan prinsip kerja dari transformator arus. Transformator arus memiliki prinsip kerja untuk menghasilkan nilai arus sisi sekunder yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai arus pada sisi primernya. Tujuan tersebut adalah untuk proses pengukuran yang lebih aman.



Gambar 2 Sensor Arus SCT-013  
(Sumber : Aggazy, 2017)

**Sensor Tegangan ZMPT101B**

ZMPT101B adalah sensor yang berukuran kecil, akurasi tinggi, konsisten yang baik untuk pengukuran tegangan dan pengukuran daya. Pada modul komponen sensor ZMPT101B terdiri dari transformator *step down* yang diumpamakan pada rangkaian op-amp sebagai pembanding dan kemudian akan menghasilkan nilai sinyal analog (Tanjung,2017).



Gambar 3 Sensor Tegangan ZMPT101B  
(Sumber : Tanjung, 2017)

### Sensor Suhu DHT11

DHT11 merupakan sebuah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik. Fitur kalibrasi yang terdapat pada sensor ini juga sangat akurat. Dinilai dari respon dan pembacaan data yang cepat, sensor ini merupakan sensor yang memiliki kualitas terbaik. Sensor tersebut banyak digunakan pada aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban karena memiliki transmisi sinyal hingga 20 meter dengan ukuran yang kecil. Rentang jarak pengukuran untuk pengukuran kelembaban adalah 20-90% RH dengan akurasi  $\pm 5\%$  RH sedangkan untuk rentang pengukuran suhu adalah 0-50°C dengan akurasi  $\pm 2^\circ\text{C}$  (Hafiz, 2017).



Gambar 4 Sensor Suhu DHT11  
(Sumber : Hafiz, 2017)

### Wemos D1 mini

Wemos adalah salah satu modul board yang dapat berfungsi dengan Arduino. Dalam perkembangannya wemos sering kali difungsikan dengan arduino untuk membuat suatu project dalam konsep IOT.



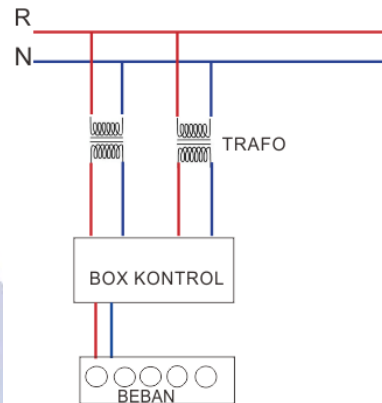
Gambar 5 Wemos  
(Sumber : Aggazy, 2017)

### METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini adalah metode kuantitatif. Metode kuantitatif adalah penelitian yang banyak dituntut menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan hasilnya (Suharsimi arikunto, 2013:27). Data yang telah didapat dari observasi, pengamatan dan pengukuran dari sensor arus SCT 013, sensor tegangan ZMPT101B dan sensor suhu DHT11.

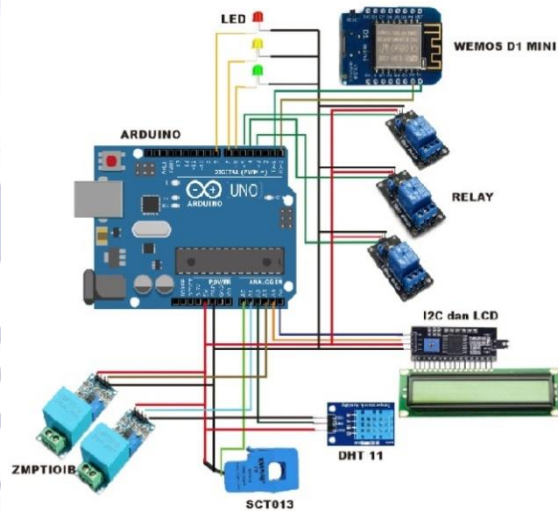
### PERENCANAAN SISTEM

Perencanaan sistem ini menggunakan listrik 1 fasa 220V yang dimasukkan pada transformator kemudian disalurkan pada beban dan dikontrol dan dimonitoring melalui box kontrol. Dari Gambar 6 dapat dilihat Gambar perencanaan sistem.



Gambar 6 Perencanaan Sistem

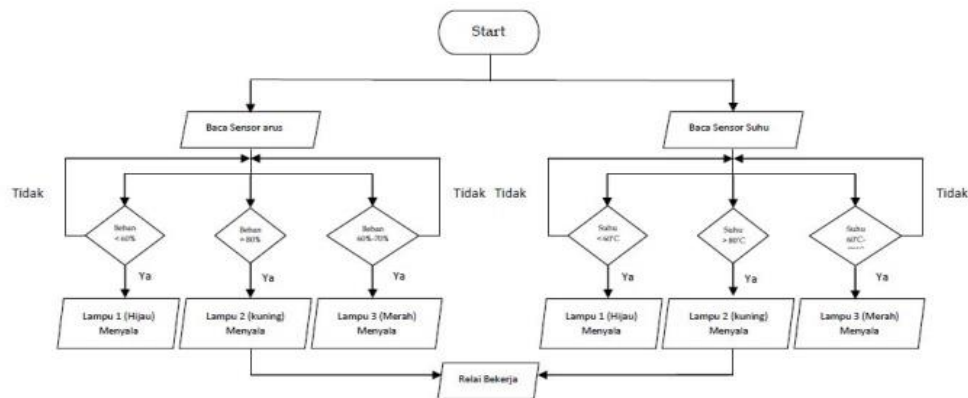
### HASIL DAN PEMBAHASAN Perancangan Hardware



Gambar 7 Perencanaan Hardware

Terlihat pada Gambar 7 adalah diagram blok perencanaan Hardware. Mikrokontroler yang digunakan adalah arduino. Sensor yang digunakan adalah sensor arus SCT-013, sensor suhu DHT11 dan sensor tegangan ZMPT101B. Menggunakan lampu indikator dengan warna merah, kuning dan hijau. wemos digunakan untuk mengirimkan data yang dihasilkan oleh sensor pada web monitoring. Modul Relay 3 buah untuk menghubungkan dan memutuskan tegangan.

**Perancangan Software**



Gambar 8 Perencanaan Software

Pada Gambar 8 perancangan *software*, yaitu membuat program arduino sebagai kontrol untuk menghubungkan atau memutuskan tegangan secara otomatis sesuai dengan keadaan transformator yang dibaca oleh sensor arus SCT 013 dan sensor suhu DHT11.

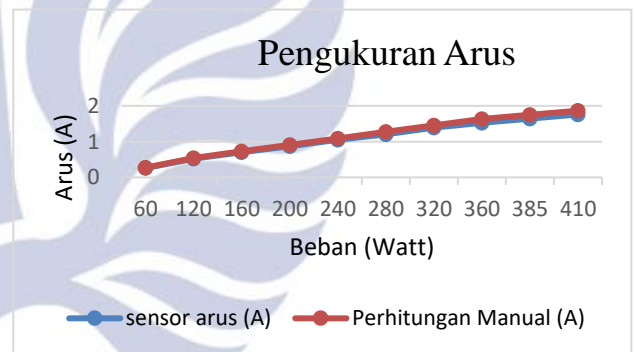
Dari hasil perhitungan *error* pembacaan arus menggunakan sistem dan perhitungan manual dengan menggunakan beban lampu yang bervariasi mendapatkan hasil rata-rata *error* sebesar 4,96%, dan bahwa semakin tinggi beban yang diberikan semakin besar arus yang terbaca. Grafik kenaikan nilai arus yang dipengaruhi oleh beban dapat dilihat pada Gambar 9.

**Pengujian Pengukuran**

Dari hasil pengujian pembacaan sensor – sensor pada sistem monitoring didapatkan hasil yang berbeda dengan pembacaan alat ukur dan perhitungan manual. Maka dari hasil pengujian tersebut dapat dihitung nilai *error* untuk menganalisis akurasi dari sistem monitoring. Nilai *error* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\%Error = \left| \frac{[(\text{Nilai Alat Ukur}) - (\text{Nilai sensor})]}{\text{Nilai Alat Ukur}} \right| \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{Rumus rata-rata } error = \frac{\text{Hasil Penjumlahan } error}{\text{Jumlah percobaan}}$$



Gambar 9 Grafik Pengukuran Arus

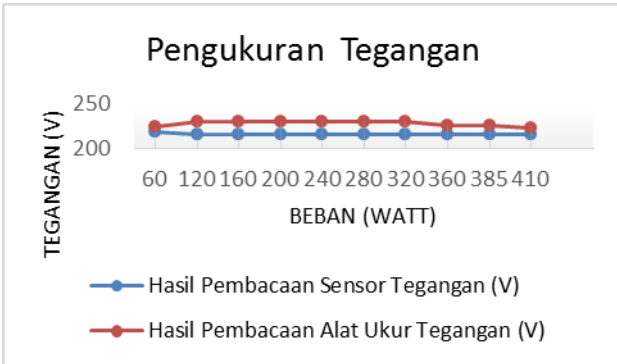
Tabel 1 Hasil Pengukuran *Error* Arus

No	Beban	Arus Hasil Pembacaan Sensor (A)	Arus Hasil Perhitungan Manual (A)	<i>Error</i> (%)
1	60	0,26	0,27	4,67
2	120	0,52	0,55	4,67
3	160	0,7	0,73	3,75
4	200	0,87	0,91	4,30
5	240	1,05	1,09	3,75
6	280	1,2	1,27	5,71
7	320	1,39	1,45	4,44
8	360	1,53	1,64	6,50
9	385	1,64	1,75	6,29
10	410	1,76	1,86	5,56
Rata-rata				4,96

Tabel 2 Hasil Pengukuran *Error* Tegangan

No	Beban	Tegangan Sensor (V)	Tegangan Alat Ukur (V)	<i>Error</i> (%)
1	60	218	224	2,68
2	120	215	230	6,52
3	160	215	230	6,52
4	200	215	229	6,11
5	240	215	229	6,11
6	280	215	229	6,11
7	320	215	229	6,11
8	360	215	226	4,87
9	385	215	226	4,87
10	410	215	223	3,59
Rata-rata <i>Error</i>				5,35

Dari hasil perhitungan error pembacaan tegangan menggunakan sistem dan alat ukur dengan menggunakan beban lampu yang bervariasi mendapatkan hasil rata-rata error sebesar 5,35% dan bahwa semakin tinggi beban yang dimasukkan tidak mempengaruhi nilai tegangan karena sifat tegangan yang tetap sesuai dengan spesifikasi pada transformator daya. Grafik pengukuran Beban terhadap tegangan dapat dilihat pada Gambar 10.

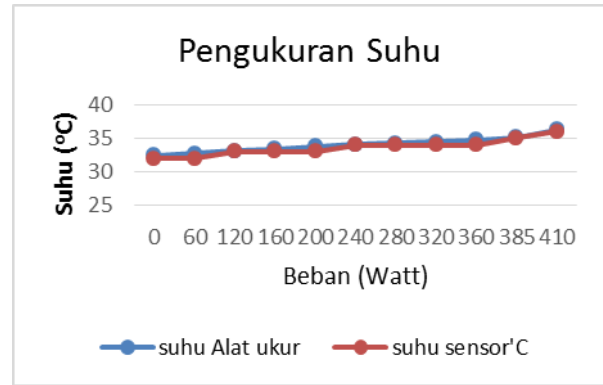


Gambar 10 Grafik Pengukuran Tegangan

Tabel 3 Hasil Pengukuran Error Suhu

No	Beban	Hasil Pembacaan Sensor Suhu (°C)	Hasil Pembacaan Alat Ukur Suhu (°C)	Error (%)
1	60	32	32.8	2.44
2	120	33	33.1	0.30
3	160	33	33.4	1.20
4	200	33	33.8	2.37
5	240	34	34.1	0.29
6	280	34	34.3	0.87
7	320	34	34.5	1.45
8	360	34	34.8	2.30
9	385	35	35.1	0.28
10	410	36	36.3	0.83
Rata-rata error				1,23

Dari hasil perhitungan error pembacaan suhu menggunakan sistem dan alat ukur dengan menggunakan beban lampu yang bervariasi mendapatkan hasil rata-rata error sebesar 1,23% dan bahwa semakin besar beban yang dimasukkan semakin tinggi suhu pada transformator daya. Grafik kenaikan nilai suhu yang dipengaruhi oleh beban dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Grafik Pengukuran Suhu

Pengujian selanjutnya adalah menganalisa apakah sistem sudah berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. Dianalisa pada sistem alat ini adalah mendeteksi adanya arus lebih pada transformator yang disebabkan oleh beban. Ketika arus melebihi kapasitas transformator maka sistem akan menggabungkan transformator utama dengan transformator cadangan.

Tabel 4 Pengujian Sistem Terhadap Arus

No	Beban	sensor arus (A)	Perhitungan Manual (A)	Relay
1	60	0,26	0,27	OFF
2	120	0,52	0,55	OFF
3	160	0,7	0,73	OFF
4	200	0,87	0,91	OFF
5	240	1,05	1,09	OFF
6	280	1,2	1,27	OFF
7	320	1,39	1,45	OFF
8	360	1,53	1,64	OFF
9	385	1,64	1,75	ON
10	410	1,76	1,86	ON

Dalam analisis sistem ini kapasitas transformator daya ketika beban <60% dari kapasitas transformator maka lampu indikator yang menyala warna hijau dalam kondisi aman, ketika beban diantara 60%-70% dari kapasitas transformator maka lampu indikator yang menyala warna kuning, dalam kondisi siaga, ketika beban 70%-80% dari kapasitas transformator maka lampu indikator yang menyala warna merah, dalam kondisi bahaya dan jika beban lebih dari 80% maka Relay akan secara otomatis memparalelkan transformator utama dengan transformator cadangan. Relay sukses memparalelkan maka lampu indikator akan kembali ke warna hijau. Dan apabila kedua kapasitas transformator sudah terpenuhi 80% maka Relay akan memutuskan beban. Selanjutnya adalah pengujian respon suhu dengan sistem.

Tabel 5 Pengujian Sistem Terhadap Arus

No	Hasil Pembacaan Sensor Suhu (°C)	Hasil Pembacaan Alat Ukur Suhu (°C)	Relay
1	10	10.8	OFF
2	20	20.3	OFF
3	30	30.1	OFF
4	40	40.4	OFF
5	50	50.3	OFF
6	60	60.8	OFF
7	70	70.4	OFF
8	80	80.8	OFF
9	90	90.1	ON

Dalam pengujian sistem ini suhu transformator daya ketika <60°C maka lampu indikaor yang menyala warna hijau, dalam kondisi aman, ketika suhu diantara 60°C-70°C maka lampu indikaor yang menyala warna kuning, dalam kondisi siaga, ketika suhu 70°C-80°C maka lampu indikaor yang menyala warna merah, dalam kondisi bahaya dan suhu lebih dari 80°C maka Relay akan secara otomatis memutuskan beban.

Selanjutnya adalah pengujian monitoring. delay waktu yang diperlukan antara hasil pembacaan sensor-sensor yang kemudian ditampilkan di LCD dengan yang ditampilkan oleh web.

Tabel 6 Waktu Delay Monitoring

No	Beban	Nilai yang Ditampilkan LCD (A)	Nilai yang Ditampilkan WEB (A)	Waktu
1	60	0,26	0,26	3
2	120	0,52	0,52	3
3	160	0,70	0,70	2
4	200	0,87	0,87	3
5	240	1,05	1,05	2
6	280	1,20	1,20	3
7	320	1,39	1,39	2
8	360	1,53	1,53	3
9	385	1,64	1,64	4
10	410	1,76	1,76	4
Rata-rata Delay				2,9

Dari Tabel 6 dapat dilihat nilai yang ditampilkan oleh LCD nilai hasil pembacaan sensor arus sama dengan yang ditampilkan pada web monitoring. Rata- rata waktu Delay yang diperlukan 2,9 *second*. Waktu Delay yang terjadi dipengaruhi oleh jaringan internet yang tersedia.

## PENUTUP SIMPULAN

Perancangan sistem pada penelitian ini sudah sesuai dengan yang direncanakan yaitu desain sistem monitoring arus, tegangan dan suhu pada Transformator daya menggunakan arduino sebagai mikrokontroler yang menerima pembacaan dari sensor-sensor yang kemudian hasil pembacaan sensor-sensor tersebut ditampilkan web monitoring. Serta dapat memproteksi dari arus dan suhu yang melebihi kapasitas transformator daya yang disebabkan oleh beban.

Akurasi sistem monitoring terhadap arus, tegangan dan suhu memiliki rata-rata kesalahan hasil pengukuran yang relatif kecil dengan rata-rata *error* pada arus sebesar 4,96%, rata-rata *error* pada tegangan sebesar 5,35% dan rata-rata *error* pada suhu sebesar 1,23%. Dan memiliki rata-rata waktu *delay* dari terbacanya sensor-sensor kemudian dikirimkan ke web monitoring sebesar 2,9 *second*.

## SARAN

Sistem monitoring web yang dibuat masih mencakup daerah yang sempit atau *local host*, maka alangkah lebih baik dapat dikembangkan dengan membuat jarak akses yang lebih jauh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aggazy, Lucky, 2017, "Sistem Monitoring Arus Tidak Seimbang 3 Fasa Berbasis Arduino Uno"
- Aprijunaidi, 2015, " Internet Of Things, Sejarah Teknologi dan Penerapannya : Review.". Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan Volume I, No 3, ISSN : 2407 – 3911.
- Arikunto, Suharsimin. 2013. "Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik". Jakarta : Rineka Cipta.
- Frisilia, Lia,2017," Perancangan Protipe Real Time Monitoring Beban Transformator Distribusi 20kV Berbasis Mikrokontroler", JETri, Vol 15,No 1 Agustus 2017,Hlm. 55-64, P-ISSN 1412-0372,E-ISSN 2541-089X.
- Hafiz, Abdul 2017, " rancang Bnagun Prototipe Pengukuran dan pemantauan Suhu, Kelembaban serta cahya Secara otomatis Berbasis IOT pada Rumah Jamur Merang.". Jurnal Online Teknik elektro. Fakultas Teknik Universitas syiah Kuala. Volume 2, No 3 2017 : 51-57, e-ISSN : 2257 – 7036.
- Rijono, yon,1977(2004), "Dasar Teknik Tenaga Listrik ", Yogyakarta : Andi.
- Riswandi, 2016, "Perancangan Alat Monitoring arus KWH meter Tiga Fasa dengan Memanfaatkan Mikrokontroler arduino dan SMS Gateway Berbasis Web".

Winardi, Bambang, 2017, "Perancangan Monitoring Suhu Transformator Tenaga 150/20 kV Berbasis Arduino Mega 2560", E-ISSN 2407-6422, 121, Juli 2017  
Fowler, R.J., 2008, "Electricity Principle & Applications", New York: McGraw-Hill.

