

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PENGUKURAN BESARAN LISTRIK BERBASIS IOT UNTUK MODUL PRATIUM TRANSFORMATOR

Giandra dinata saputra¹, Hidayat²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Falkutas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta, Padang

Email : giandradinata.smi@gmail.com

Abstrak

Sistem pengukuran besaran listrik berbasis internet of things (IoT). Dalam melakukan praktikum transformator dibutuhkan alat ukur untuk memperoleh data besaran listrik berupa arus, tegangan, daya, faktor daya, dan frekuensi pada transformator. Untuk dapat mengukur nilai besaran listrik diatas maka dipasang sensor pzem004t. Dalam sistem ini sensor pzem004t yang terpasang akan mengambil nilai besaran listrik, selanjutnya hasil pembacaan dari nilai sensor akan dikirim ke web server melalui wifi. Hasil dari pembacaan nilai sensor akan ditampilkan melalui web server yang dapat di amati melalui monitor laptop atau smartphone. Dari nilai pembacaan nilai sensor yang di tampilkan maka praktikan dapat memperoleh data yang di perlukan dalam melakukan praktikum. Hasil penelitian sistem pengukuran berbasis IoT menunjukkan nilai yang sangat dekat dengan alat multimeter atau watt meter dengan rata-rata kesalahan atau error terbesar untuk pengukuran arus adalah 0.48 %, untuk tegangan adalah 2.5 % dan untuk daya adalah 2.12%. hasil penelitian pada parameter trafo beban nol dengan rata-rata $R_c = 9.788 \Omega$, $X_m = 4.259 \Omega$, parameter trafo hubung singkat dengan hasil rata-rata $R_1 = 94,184 \Omega$, $X_1 = 12,678 \Omega$, $R_2 = 2.916,52 \Omega$, $X_2 = 83,43 \Omega$, parameter trafo berbeban dengan hasil efisiensi rata – rata = 56,66%.

Kata kunci:

IoT;
Sensor pzem004t;
Web server;
Transformator;
Wifi;

PENDAHULUAN

Mengingat berartinya laboratorium untuk keberhasilan proses belajar mengajar, hingga sarana laboratorium wajib dikembangkan secara tepat serta sejalan dengan pertumbuhan ilmu pengetahuan serta teknologi. Laboratorium konversi energi listrik Universitas Bung Hatta Padang digunakan sebagai tempat praktikum untuk mahasiswa teknik elektro. Terdapat praktikum teknik tenaga listrik, praktikum elektronika daya, serta praktikum mesin– mesin listrik. Salah satu sarana pembelajaran yang berarti dari laboratorium sebagai tempat berlangsungnya proses pembelajaran serta pendidikan merupakan perangkat praktikum yang berperan sebagai fasilitas guna berlatih serta meningkatkan aktivitas riset. Mengingat berartinya laboratorium untuk keberhasilan proses belajar mengajar, hingga sarana laboratorium wajib dikembangkan secara tepat serta sejalan dengan pertumbuhan ilmu pengetahuan serta teknologi. (Bago, N 2015)

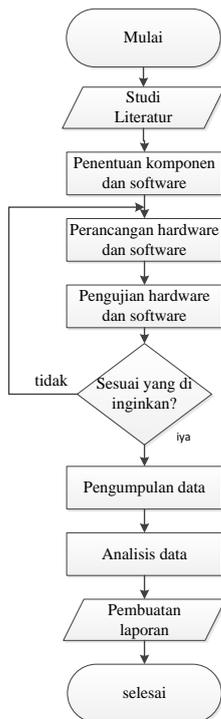
Dalam praktikum biasa dicoba pengukuran terhadap traformator yang ada di laboratorium serta pengukuran tersebut dicoba secara manual oleh praktikan ialah dengan memakai alat ukur konvensional semacam multimeter baik yang analog ataupun juga digital. dalam pengukuran tersebut wajib mengukur satu persatu data besaran listrik dalam traformator tersebut.(Penuntun Laboratorium. 2021)

Terdapat salah satu bagian dari perkembangan di dunia internet ialah Internet of Things(IoT). Secara singkat Internet of Things merupakan teknologi di mana benda- benda di dekat kita bisa berkomunikasi antara satu sama lain lewat suatu jaringan Internet. Jadi Internet of Things(IoT) merupakan suatu konsep dimana sesuatu objek mempunyai kemampuan guna mentransfer informasi lewat jaringan internet. Hingga dalam perihal ini “ Perancangan Serta Implementasi Sistem Pengukuran Besaran Listrik Berbasis IoT Untuk Modul Praktikum Trafomator”. Dengan metode ini, peneliti meningkatkan wujud

serta guna alat. Alat yang dirancang ini nantinya bisa digunakan buat pengukuran yang berbasis IoT. Diharapkan dengan alat ini bisa memudahkan mendapatkan hasil pengukuran secara digital.(Yohanes Bowo Widodo, 2020)

METODOLOGI PENELITIAN

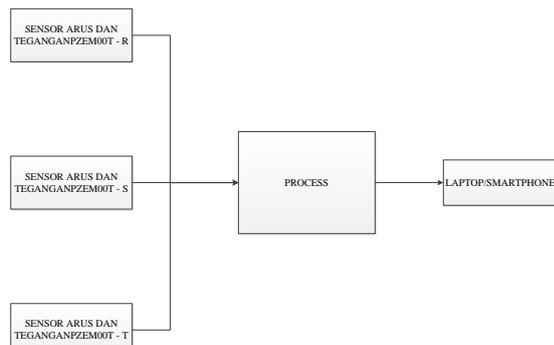
Penelitian ini dimulai dari observasi, studi literatur, perencanaan dan pengembangan, perancangan dan pengujian, pembahasan dan analisa, pembuatan laporan, kesimpulan dan saran. Metode penelitian diuraikan Seperti pada gambar 1.



Gambar 1 flowchar penelitian

Perancangan hardware

Dalam proses perancangan sistem, maka diperlukan perancangan hardware. Berikut adalah blok diagram perancangan sistem pada gambar 2.

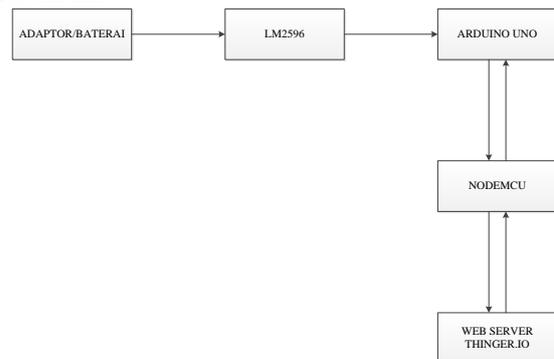


Gambar 2 Blok Diagram Perancangan

Penjelasan dari blok diagram gambar sebagai berikut :

1. Modul sensor PZEM004T merupakan sensor pedeteksi nilai arus dan tegangan yang mana modul ini merupakan input dari sistem pengukuran.
2. Process terdiri dari beberapa komponen mikrokontroler yang akan di jelaskan di blok diagram di bawah ini.
3. Laptop/smarphone merupakan output dari sistem pengukuran yang mana laptop akan menampilkan hasil nilai besaran listrik.

Berikut adalah blok diagram process sistem pada blok diagram perancangan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3 Blok diagram process

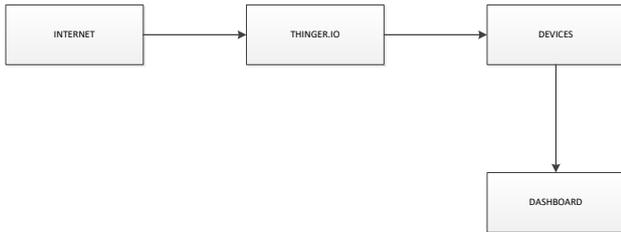
Penjelasan dari blok diagram gambar sebagai berikut :

1. Arduino uno digunakan sebagai memproses input dari arduino uno tersebut.
2. Baterai atau adaptor merupakan suplay daya ke arduino uno.
3. Modul LM2596 merupakan penurun tegangan DC-DC.
4. ESP8266 dan server merupakan tempat pengiriman data, pengolahan data, dan terima data.
5. Web server thinger io merupakan penerima data hasil kiriman dari nodemcu yang mana platform tersebut dapat diakses melalui laptop atau smartphome.

Perancangan software

Perancangan software pada sistem pengukuran berbasis Internet of things menggunakan server web thinger.io. Dalam perancangan sistem pengukuran berbasis Internet of Things, server thinger.io digunakan desain hasil layar harus sesuai dengan kebutuhan yang akan ditampilkan melalui sensor dan koneksi internet. Dengan menggunakan alat atau library di thinger.io, dapat dengan mudah membuat desain untuk monitor pada sensor.

Untuk blok diagram perancangan software dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Blok diagram perancangan software
 Penjelasan dari blok diagram gambar sebagai berikut :

1. Internet adalah jaringan komunikasi yang menghubungkan nodemcu dengan webserver.
2. Thinger.io adalah web server platform iot yang dapat di akses di google.
3. Devices merupakan penampung data pembacaan sensor hasil kiriman dari nodemcu ke web server thinger.io.
4. Dashboard merupakan menu menampilkan hasil kiriman data pembacaan sensor di web server thinger.io.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perancangan sistem yang akan di implemetasikan pada perancangan sistem pengukuran besaran listrik berbasis internet of things (IoT) untuk modul praktikum transformator, maka perlu dilakukan berbagai pengujian, analisa untuk menentukan dan mengetahui cara kerja perangkat hingga menganalisa tingkat realibilitas, kelemahan dan keterbatasan spesifikasi fungsi dari web server yang dibuat. Selain itu pengujian ini juga dilakukan untuk mengetahui bagaimana keandalan sistem agar web server ini dapat dipakai dengan optimal. Metode yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan metode per sensor artinya semua sensor akan diuji satu persatu sebelum digabungkan.



Gambar 5 pengujian alat keseluruhan

Pengujian Besaran Tegangan

Untuk mengukur besaran tegangan digunakan sensor tegangan pzem004t sebagai pembacaan nilai tegangan pada sumber tegangan. Dalam pengujian

pembacaan besaran tegangan listrik digunakan regulator voltage sebagai sumber tegangan.

Langkah - langkah pengambilan data yang akan di ambil :

- Hubungkan sistem pengukuran dengan memasang kabel pada terminal input dan terminal output pada regulator voltage.
- Pada terminal output regulator voltage hubungkan setiap fasa (R,S,T).
- Hubungkan terminal input regulator voltage pada catu daya PLN 220 V.
- Kemudian mengatur keluaran tegangan dengan memutar knop pada regulator voltage.
- Hubungkan sistem pengukuran dan laptop sebagai media user ke perangkat Wifi.
- Membuka halaman web server thinger.io lalu login ke alamat web server
- Memperhatikan data besaran tegangan yang ditampilkan pada halaman dashboard web server thinger.io

Tabel 1 pengujian besaran tegangan

Alat (v)			Multimeter (v)		
R	S	T	R	S	T
207	209	208	206	209	209
212	215	213	212	214	213
215	218	216	215	218	217
217	220	219	218	220	220
225	227	226	225	227	226

Pengujian Besaran Arus

Untuk mengukur besaran arus yang mengalir maka diperlukan satu alat sebagai pendeteksi. Dalam pengujian pembacaan sensor arus ini dilakukan menggunakan beban lampu pijar. Oleh karena itu, data yang didapat merupakan data untuk mengetahui berapa nilai arus yang mengalir pada beban saja.

Langkah - langkah pengambilan data yang akan di ambil :

- Hubungkan sistem pengukuran dengan memasang kabel pada terminal input dan terminal output pada regulator voltage.
- Pada terminal output regulator voltage hubungkan setiap fasa (R,S,T) dengan beban setiap fasa nya.
- Hubungkan terminal input regulator voltage pada catu daya PLN 220 V.
- Kemudian mengatur keluaran tegangan dengan memutar knop pada regulator voltage.
- Hubungkan sistem pengukuran dan laptop sebagai media user ke perangkat Wifi.

- Membuka halaman web server thinger.io lalu login ke alamat web server
- Memperhatikan data besaran arus yang ditampilkan pada halaman dashboard web server thinger.io

Tabel 2 Hasil pegujian arus fasa R

Beban(W)	Alat(A)	Multimeter(A)	Error(%)
100	0.44	0.43	2.3
200	0.87	0.87	0
300	1.30	1.30	0
400	1.74	1.74	0
500	2.15	2.15	0

Tabel 3 Hasil pegujian arus fasa S

Beban(W)	Alat(A)	Multimeter(A)	Error(%)
100	0.41	0.40	2.5
200	0.86	0.84	2.3
300	1.29	1.27	1.5
400	1.75	1.74	0.57
500	2.13	2.14	0.46

Tabel 4 Hasil pegujian arus fasa T

Beban(W)	Alat(A)	Multimeter(A)	Error(%)
100	0.41	0.41	0
200	0.86	0.85	2.3
300	1.30	1.29	0.7
400	1.74	1.75	0
500	2.15	2.14	0.46

Pengujian besaran daya

Untuk mengukur besaran daya dan faktor daya yang mengalir maka diperlukan satu alat sebagai pendeteksi. Oleh karena itu, data yang didapat merupakan data untuk mengetahui berapa nilai daya dan faktor daya yang mengalir pada beban saja.

Langkah - langkah pengambilan data yang akan di ambil :

- Hubungkan sistem pengukuran dengan memasang kabel pada terminal input dan terminal output pada regulator voltage.
- Pada terminal output regulator voltage hubungkan setiap fasa (R,S,T) dengan beban setiap fasa nya.
- Hubungkan terminal input regulator voltage pada catu daya PLN 220 V.
- Kemudian mengatur keluaran tegangan dengan memutar knop pada regulator voltage.

- Hubungkan sistem pengukuran dan laptop sebagai media user ke perangkat Wifi.
- Membuka halaman web server thinger.io lalu login ke alamat web server
- Memperhatikan data besaran daya dan faktor daya yang ditampilkan pada halaman dashboard web server thinger.io

Tabel 5 Pengujian besaran daya dan factor daya fasa R

Beban (W)	Alat (W)	Wattmeter (W)	Faktor daya	Error (%)
100	96	94	1	2.12
200	189	189	1	0
300	289	289	1	0
400	377	375	1	0.53
500	468	464	1	0.86

Tabel 6 Pengujian besaran daya dan factor daya fasa S

Beban	Alat (W)	Wattmeter (A)	Faktor daya	Error (%)
100	85	83	1	0.02
200	178	176	1	1.13
300	280	280	1	0
400	375	375	1	0
500	465	463	1	0.43

Tabel 7 Pengujian besaran daya dan factor daya fasa T

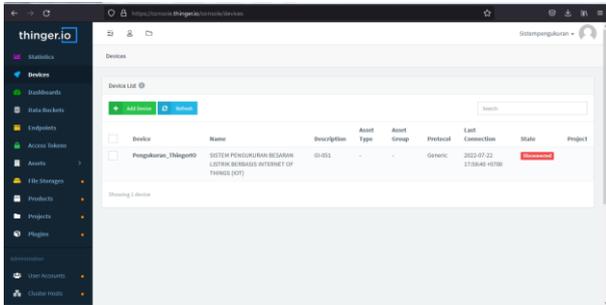
Beban	Alat (W)	Wattmeter (A)	Faktor daya	Error (%)
100	88	87	1	1.14
200	184	181	1	1.65
300	289	285	1	1.05
400	378	377	1	0.26
500	469	469	1	0

Pengujian transfer nilai sensor ke thinger io

Thingier.io berfungsi sebagai server untuk menampilkan dan menyimpan pembacaan sensor. Sebelum pengiriman data ke sensor diperlukan wifi sebagai media pengiriman data ke web server thinger.io. wifi adalah teknologi terkenal yang memanfaatkan peralatan elektronik untuk bertukar data secara nirkabel melalui jaringan komputer, termasuk koneksi internet berkecepatan tinggi. Wifi sebagai produk jaringan area lokal nirkabel. Titik akses semacam itu memiliki jangkauan terbatas di dalam ruangan. Spesifikasi Wifi terbagi menjadi beberapa spesifikasi dan masing-masing spesifikasi memiliki kecepatan dan frekuensi yang berbeda-beda. Jadi pada alat ini kita menggunakan web server thinger.io sebagai suatu sistem dengan informasi yang dapat menyajikan tampilan berupa teks yang tersimpan dalam web server internet yang disajikan dalam

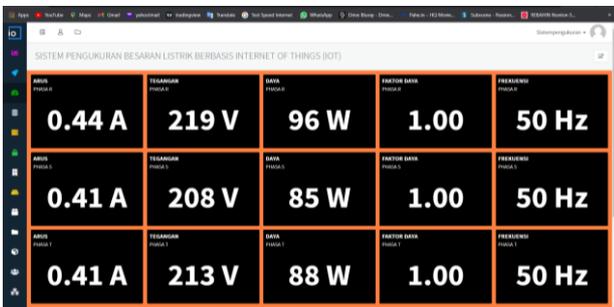
bentuk .Web dapat diakses oleh perangkat lunak klien web yang disebut browser.

- Saat perangkat terhubung ke internet, pada halaman perangkat akan ada deskripsi terhubung atau tidak seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3. Halaman perangkat device pada sistem

- Untuk melihat hasil pembacaan sensor, buka halaman dashboard, maka akan muncul tampilan seperti pada gambar berikut:



Gambar 4. Halaman dashboard pada web server

Pengujian pada modul pratikum

Pada percobaan pratikum transformator bertujuan untuk menghitung parameter dasar dari rangkaian ekivalen transformator. Percobaan yang akan dilakukan yaitu percobaan transformator 1 fasa beban nol, percobaan tranformator 1 fasa hubung singkat, dan percobaan transformator 1 fasa berbeban.

Pengujian transformator 1 fasa beban nol

Setelah dilakukan pengukuran terhadap transformator 1 fasa beban nol didapat data besaran listrik pada tabel 8.

Table 8 hasil data percobaan transformator beban nol

$V_0(V)$	$I_0(A)$	$P_0(w)$	$\text{Cos}\phi_0$
180	0.04	3	0.42
192	0.04	3	0.35
200	0.05	3	0.31

209	0.06	4	0.30
219	0.07	4	0.27

Setelah didapatkan data besaran listrik yang terdapat pada tabel 8 dengan memberi input tegangan bervariasi dari tegangan 180 V, 192V, 200V, 209V, hingga 219V. berikutnya pada transformator maka dilakukan analisa perhitungan untuk menentukan parameter trafo beban nol seperti R_c dan X_m .

Keterangan :

R_c = Tahanan Inti.

X_m = Reaktansi Impendansi.

Hasil perhitungan parameter transformator dapat dilihat pada tabel 9.

Table 9 Hasil perhitungan parameter trafo beban nol

No.	$R_c (\Omega)$	$X_m (\Omega)$
1.	10.714	4.945
2.	13.714	5.217
3.	12.903	4.210
4.	11.611	3.666
5.	11.587	3.258

Pengujian 1 :

$$R_c = \frac{V_0}{I_0 \times \text{Cos}\phi_0} = \frac{180 V}{0,04 A \times 0,42} = 10.714,4 \Omega$$

$$X_m = \frac{V_0}{I_0 \times \text{Sin}\phi_0} = \frac{180 V}{0,04 A \times \text{Sin}(65.79)} = 4.945 \Omega$$

$$\phi_0 = \text{Cos}^{-1} \frac{P_0}{V_0 \times I_0} = \text{Cos}^{-1} \frac{3 W}{180 V \times 0,04 A} = 65.79^\circ$$

Analisis :

Dari perhitungan yang telah dilakukan dengan data pada tabel 8 maka di dapat hasil parameter trafo beban nol dimana nilai R_c dan X_m berpengaruh pada input tegangan yang di berikan.

Pengujian transformator 1 fasa hubung singkat

Setelah dilakukan pengukuran terhadap transformator 1 fasa hubung singkat didapat data pada tabel 3.

Table 10 hasil percobaan transformator 1 fasa hubung singkat

$V_{sc}(V)$	$I_{sc}(A)$	$P_{sc}(W)$	$\text{Cos}\phi_{sc}$
67	0.75	50	1
71	0.78	55	1
75	0.80	61	1
80	0.81	64	1
84	0.82	68	1

Setelah didapatkan data besaran listrik pada tabel 10 dengan 5 pengujian dimana input tegangan yang diberikan dari 67V, 71V, 75V, 80V, hingga 84V. berikutnya pada transformator dilakukan analisa perhitungan untuk menentukan parameter trafo hubung singkat seperti R1, R2, X1 dan X2.

Keterangan :

- R2 = Tahanan Sekunder.
- X1 = Reaktansi Primer.
- R1 = Tahanan Primer.
- X2 = Reaktansi Sekunder

Hasil perhitungan parameter transformator dapat dilihat pada tabel 10

Tabel 11 Hasil perhitungan parameter trafo hubung singkat

No.	R1(Ω)	R2(Ω)	X1(Ω)	X2(Ω)
1.	443,22	88,88	44,40	8,90
2.	406,06	90,40	59,56	10,64
3.	581,08	92,97	75,27	12,04
4.	698,31	97,54	109,94	15,49
5.	792,85	101,13	127,99	16,32

Pengujian 1 :

$$R_2 = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} = \frac{50 W}{0,75^2} = 88,888 \Omega$$

$$a = \frac{V_1}{I_2} = \frac{67 V}{30 V} = 2,2 \Omega$$

$$R_1 = a^2 \times R_2 = 2,233^2 \times 88,888 = 443,221 \Omega$$

$$Z_2 = \frac{V_{sc}}{I_{sc}} = \frac{67}{0,75} = 89,333 \Omega$$

$$Z_1 = a^2 \times Z_2 = 2,233^2 \times 89,333 = 445,440 \Omega$$

$$X_2 = \sqrt{Z_2^2 - R_2^2} = \sqrt{(89,333)^2 - (88,888)^2} = \sqrt{(79,308)} = 8,90 \Omega$$

$$X_1 = \sqrt{Z_1^2 - R_1^2} = \sqrt{(445,440)^2 - (443,221)^2} = \sqrt{(1971,93)} = 44,40 \Omega$$

Analisis:

Dari perhitungan yang telah dilakukan dengan data pada tabel 11 maka input tegangan yang diberikan ke trafo akan mempengaruhi hasil nilai parameter percobaan trafo hubung singkat.

Pengujian transformator 1 phasa berbeban

Setelah dilakukan pengukuran terhadap transformator 1 phasa berbeban didapat data pada tabel 4

Tabel 12 hasil data percobaan transformator 1 phasa berbeban

Beban(W)	V ₁ (V)	I ₁ (A)	I ₂ (A)
100	220	0.07	0.16
200	220	0.08	0.30
300	220	0.10	0.45
400	220	0.11	0.60
500	220	0.12	0.75

Setelah didapatkan data besaran listrik pada tabel 12 dengan 5 pengujian dimana beban yang di berikan mulai dari 100W, 200W, 300W, 400W, hingga 500W. berikutnya pada transformator dilakukan analisa perhitungan untuk menentukan parameter trafo berbeban seperti E₁, E₂, ζ.

Keterangan :

E₁ = GGL Primer.

E₂ = GGL Sekunder.

ζ = Efisiensi Transformator.

Parameter trafo: R₁, R₂, X₁, X₂, R_c, X_m.

a = perbandingan transformator

Hasil perhitungan parameter transformator dapat dilihat pada tabel 13

Tabel 13 Hasil perhitungan parameter trafo berbeban

No.	GGL Primer	GGL Sekunder	Efisiensi(%)
1.	213,771	29,28	31,16
2.	212.762	29,14	51,13
3.	210.703	28,86	61,36
4.	209.267	28,66	70,38
5.	158.322	21,68	69.31

Pengujian 1 :

$$a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{220}{30} = 7.30$$

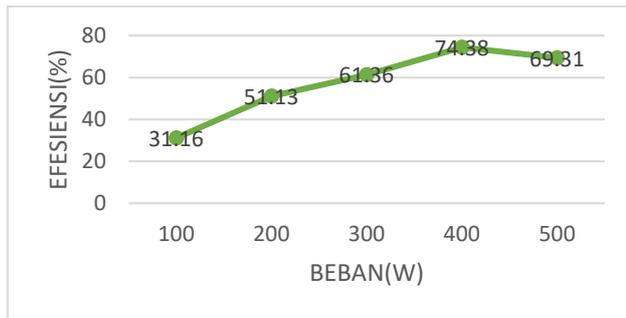
$$E_1 = V_1 - I_1 (R_1 - jX_1) = 220 - 0.07 (88,888 + j8,90) = 213,771 \angle 0,167^\circ$$

$$E_2 = \frac{E_1}{a} = \frac{213,771}{7.30} = 29,28$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{V_2 \times I_2}{V_1 \times I_1} \times 100\% = \frac{30 \times 0.16}{220 \times 0.07} \times 100\% = 31,16\%$$

Analisis:

Dari perhitungan yang telah dilakukan dengan data pada tabel 13 maka di dapat hasil parameter trafo berbeban dimana efesiesi trafo sangat berpengaruh terhadap beban pada trafo yang dapat lihat pada grafik dibawah ini:



KESIMPULAN

1. Dari perancangan dan pengujian alat diperoleh kesimpulan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :
2. Nilai pembacaan arus, tegangan, daya, faktor daya, dan frekuensi pada sistem hampir mendekati nilai yang ada multimeter atau watt meter.
3. Persentase error tertinggi untuk pembacaan arus adalah 0.48 %, untuk tegangan adalah 2.5 %, untuk daya 2.12 %.
4. Pembacaan parameter arus, tegangan, daya, dan faktor daya berjalan baik dengan waktu tunda yang singkat kurang dari 3 detik.
5. Untuk rata-rata perhitungan pengujian parameter transformator beban nol adalah $R_c = 9.788,86 \Omega$, $X_m = 3.916 \Omega$.
6. Untuk rata-rata perhitungan pengujian parameter transformator hubung singkat adalah $R_1 = 94,184 \Omega$, $X_1 = 12,678 \Omega$, $R_2 = 2.916,52 \Omega$, $X_2 = 83,43 \Omega$.
7. Untuk rata-rata perhitungan efisiensi pengujian parameter transformator berbeban adalah 56,66%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sitompul, Dessy Christy. "Rancang Bangun Alat Monitoring Arus, Tegangan dan Suhu pada Transformator Distribusi Berbasis Wifi." (2019)
- [2] Ardiansyah, A. (2020). Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- [2] Soedjarwanto, Noer, and Gigih Forda Nama. "Monitoring Arus, Tegangan dan Daya pada Transformator Distribusi Berbasis Wifi." (2019)
- [11] Christanto, J. (2008). Perencanaan dan pembuatan transformator zig-zag 127 V/220 V, 270 VA (Doctoral dissertation, Petra Christian University).
- Transformator Distribusi 20 KV Menggunakan Teknologi Internet of Things." Jurnal EECCIS 13.3 (2019).
- [3] Eddy, S. (2021). PERANCANGAN I-SCADA BERBASIS ANDROID PADA SISTEM IPAL DI PT. SEMEN PADANG (Doctoral dissertation, Universitas Bung Hatta).
- [4] Madjid, Axel Reinald, and Bambang Suprianto. "Prototype Monitoring Arus, dan Suhu pada Transformator Distribusi Berbasis Internet Of Things (IoT)." Jurnal Teknik Elektro 8.1 (2019).
- [5] Pangestu, Anggher Dea, Feby Ardianto, and Bengawan Alfaresi. "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266." Jurnal Ampere 4.1 (2019): 187-197.
- [6] Widodo, Y. B., Ichsan, A. M., & Sutabri, T. (2020). Perancangan Sistem Smart Home Dengan Konsep Internet Of Things Hybrid Berbasis Protokol Message Queuing Telemetry Transport. Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer, 124.
- [7] Saputra, E. (2015). Analisa Pemerataan Beban Gardu Distribusi U 046 Pt Pln (Persero) Rayon Ampera Palembang (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- [8] Muhaemin, U. (2018). Perbandingan Sensor Tegangan Konvensional Dan Sensor Tegangan Zmpt101b (Doctoral Dissertation, Universitas Siliwangi).
- [9] Bago, N. (2015). Perancangan Jembatan Pengukuran Sebagai Salah Satu Modul Praktikum Pengukuran Besaran Listrik.
- [10] Wijaya, M. (2001). Dasar-Dasar Mesin Listrik. Jakarta: Djambatan
- [12] Amaro, N. (2017). Sistem monitoring besaran listrik dengan teknologi IoT (Internet of Things). Fakultas Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [13] Efendi, Y. (2018). Internet of Things (IOT) sistem pengendalian lampu menggunakan Raspberry PI

berbasis mobile. Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah
Mandar
