

# PERANCANGAN MONITORING ARUS DAN TEGANGAN PADA TRAFU DISTRIBUSI BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT) DI PT PLN (Persero) ULP MEDAN BARU

Mhd Alfi Ridho<sup>1</sup>, Elisua Sibuea<sup>2</sup>, Sinta Marito Siagian<sup>3</sup>

mhd.alfiridho@students.polmed.ac.id<sup>1</sup>, elisuusibuea@students.polmed.ac.id<sup>2</sup>, sintasiagian@polmed.ac.id<sup>3</sup>

**ABSTRAK** Penggunaan system monitoring sangat dibutuhkan untuk petugas pelayan teknik PT PLN (Persero). Dimana alat ini dirancang untuk mengatasi permasalahan yang sering terjadi pada trafo distribusi serta kendala pada sipelayan teknik. Seperti permasalahan dalam ketepatan nilai, waktu, biaya yang harus dikeluarkan untuk melaksanakan monitoring pada trafo distribusi serta membebani pelayan teknik dikarenakan harus mengunjungi trafo-trafo distribusi pada waktu beban pucak dan waktu luar beban puncak. Oleh sebab itu, alat monitoring trafo distribusi berbasis ESP 32 yang terintegrasi *Internet of Things* (IoT) dibuat menjadi suatu produk alat yang mampu memonitoring pengukuran arus, tegangan dan daya yang terpakai pada setiap trafo distribusi secara akurat serta mampu mengirimkan informasi secara otomatis. Seluruh system sudah bekerja secara otomatis sehingga tenaga manusia tidak digunakan lagi jika alat ini diterapkan dalam trafo distribusi. Alat ini juga dirancang dengan *Internet of Things* (IoT) yang mana seluruh system dapat dimonitor dari jarak jauh kapanpun dan dimanapun melalui smartphone.

**KATA KUNCI** *Trafo distribusi, ESP 32, Internet of Things (IoT), Monitoring*

## **PENDAHULUAN** Latar Belakang

Trafo distribusi merupakan komponen yang paling penting dalam penyaluran energi listrik ke pelanggan sehingga harus dijaga kehandalannya secara terus menerus. PT PLN (Persero) ULP Medan Baru memiliki lebih dari 1000 trafo distribusi. Tentu saja dari jumlah trafo distribusi yang begitu banyak akan sangat sulit untuk menjaga kehandalan pada setiap trafo dikarenakan pada setiap trafo harus selalu dijaga kehandalannya agar penyaluran energi listrik dapat berjalan dengan baik. Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinyu merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam proses perencanaan kebutuhan tenaga listrik, Jika terjadi pembagian beban-beban yang tidak merata, dapat menimbulkan ketidakseimbangan beban yang berdampak pada penyediaan tenaga listrik (Junaidi, 2022).

<sup>1,2</sup> adalah Mahasiswa Prodi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Medan

<sup>3</sup> adalah Dosen prodi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Medan

hanya dapat diambil melalui pengukuran penggunaan energi listrik tersebut. Pengukuran penggunaan energi listrik ini merupakan proses sebuah manajemen energi listrik yang sangat penting sehingga dengan mudah efisiensi bisa diperoleh. Pengukuran tersebut dapat dilakukan menggunakan alat ukur sederhana. Akan tetapi proses pengukuran dan pencatatan masih manual sehingga data yang didapat tidak bisa dilakukan setiap saat dan hasilnya terlalu lama untuk didapatkan karena untuk mengukur harus pergi ke tempat pengukuran. Oleh karena itu dibutuhkan alat yang mampu memonitor dan mengontrol daya listrik berbasis mikrokontroler dan web. Hal ini dirancang demi mendapatkan informasi-informasi yang berhubungan dengan pengukuran energi listrik antara lain Daya (Watt), Current (A) dan Voltage (V) secara real time yang dapat diakses dari jaringan internet kapan saja dan dimana saja.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat diambil suatu rumusan masalah yang akan dibahas pada KONSEP adalah:

1. Bagaimana cara merancang system internet of things untuk memonitoring pengukuran trafo distribusi dari jarak jauh menggunakan smartphone?
2. Bagaimana cara menerapkan konsep internet of things sebagai teknologi yang aman, cepat dan mudah untuk bisa mengukur kekurangan tegangan, kelebihan tegangan, beban lebih serta ketidakseimbangan beban pada trafo distribusi?

### Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dalam pembahasan KONSEP, sebagai berikut:

1. Untuk merancang system internet of things untuk memonitoring pengukuran trafo distribusi dari jarak jauh menggunakan smartphone.
2. Untuk menerapkan konsep internet of things sebagai teknologi yang aman, cepat dan mudah untuk bisa mengukur kekurangan tegangan, kelebihan tegangan, beban lebih serta ketidakseimbangan beban pada trafo distribusi.

## TINJAUAN PUSTAKA Uraian Teori Modul ESP32 Devkit V1



Gambar 1 ESP32 Devkit V1

Sumber: Arduatech, 2023

Modul ESP32 devkit V1 dilengkapi dengan Wi-Fi yang memungkinkan perangkat terhubung ke jaringan Wi-Fi dan juga modul ini mendukung teknologi Bluetooth klasik dan Bluetooth *Low Energy*. Pada modul Esp32 Devkit V1 memiliki berbagai pin I/O yang dapat digunakan, modul ini juga memiliki dukungan GPIO (*General Purpose Input/Output*), UART (*Universal*

*Asynchronous Receiver-Transmitter*), SPI (*Serial Peripheral Interface*), I2C (*Inter-Integrated Circuit*), PWM (*Pulse Width Modulation*).

### Sensor PZEM-004T V3.0



Gambar 2 Sensor PZEM-004T V3.0

Sumber: (Tokopedia, 2020)

PZEM-004T merupakan modul sensor yang multifungsi contohnya digunakan untuk pengukuran daya aktif, tegangan AC, frekuensi, energi aktif, dan arus yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Sensor PZEM-004T data dibaca melalui interface TTL dari modul ini adalah interface pasif, membutuhkan catu daya eksternal 5v artinya jika berkomunikasi keempat port (5V, RX, TX, GND) harus terhubung. Sensor PZEM-004T mempunyai dimensi fisik dari papan sensor PZEM-004T  $3,1 \times 7,4$  cm selain itu sensor PZEM-004T dibundel dengan sebuah kumparan trafo arus diameter 3 mm digunakan untuk mengukur arus maksimal rentang pengukuran 100A untuk External Transformator, dan rentang pengukuran 10A untuk Built-in Shunt.

### Coil CT PZ



Gambar 3 PZCT 1050

Sumber: (innovatorsGuru, 2022)

PZCT 1050 (Precision Zero-Sequence Current Transformer 1050) adalah jenis Coil CT yang dirancang khusus untuk mengukur arus sekuen nol (zero-sequence current) dalam sistem tenaga listrik. Arus sekuen nol adalah komponen arus yang terkait dengan ketidakseimbangan sistem tiga fasa.

### Adaptor



Gambar 4. Adaptor

Sumber: (Saptaji.com, 2022)

Adaptor juga sering disebut sebagai pengganti baterai atau aki. Dengan adanya alat tersebut, seluruh perangkat elektronik yang membutuhkan catu

daya dapat memanfaatkan adaptor. Adaptor 5 volt adalah perangkat yang digunakan untuk mengubah atau menurunkan tegangan listrik dari sumber daya yang lebih tinggi menjadi 5 volt yang sesuai dengan kebutuhan perangkat elektronik yang membutuhkan tegangan tersebut.

### ***Sekering (Fuse)***



Gambar 5 Fuse

Sumber: Johanna, 2022

Fuse atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Sekering adalah komponen yang berfungsi sebagai pengaman dalam Rangkaian Elektronika maupun perangkat listrik. Fuse (Sekering) pada dasarnya terdiri dari sebuah kawat halus pendek yang akan meleleh dan terputus jika dialiri oleh Arus Listrik yang berlebihan ataupun terjadinya hubungan arus pendek (short circuit) dalam sebuah peralatan listrik/Elektronika. Dengan putusnya Fuse (sekering) tersebut, Arus listrik yang berlebihan tersebut tidak dapat masuk ke dalam Rangkaian Elektronika sehingga tidak merusak komponen-komponen yang terdapat dalam rangkaian Elektronika yang bersangkutan.

### **Line Notify**



Gambar 6 Line Notify

Sumber: Line, 2023

Line Notify adalah layanan yang disediakan oleh platform komunikasi Line untuk mengirimkan pemberitahuan (notification) dari berbagai sumber ke pengguna melalui aplikasi Line. Dengan menggunakan Line Notify, pengguna dapat menerima pemberitahuan atau informasi penting langsung ke akun Line mereka. Layanan ini memungkinkan pengguna untuk menghubungkan aplikasi, layanan web, atau perangkat lainnya dengan akun Line mereka, sehingga mereka dapat menerima pemberitahuan melalui pesan teks, stiker, atau gambar langsung ke aplikasi Line di ponsel mereka.

### Aplikasi *Blynk*



Gambar 7 Blynk  
Sumber: *Blynk*.2023

*Blynk* merupakan suatu aplikasi yang dapat diakses melalui perangkat android iOS dan OS untuk *memonitoring* dan juga mengontrol suatu komponen seperti, Arduino, NodeMCU, ESP32, *Raspberry Pi* melalui jaringan internet. Dengan menggunakan *blynk*, pengembangan prototipe aplikasi IoT juga dapat dilakukan dengan cepat dan mudah, tanpa perlu menulis kode pemrograman yang kompleks. *Blynk* memiliki komunitas aktif di mana pengguna dapat berbagi proyek, tutorial, dan sumber daya lainnya, yang memudahkan pengguna untuk belajar, mendapatkan inspirasi, dan berkolaborasi dengan pengembang lain dalam penggunaan *blynk*.

## METODE PENELITIAN

### Desain Penelitian

Desain penelitian adalah tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Adapun tahapan-tahapannya sebagai berikut:

1. Referensi. Ketika hendak membuat suatu proyek KONSEP, referensi sangat diperlukan untuk memastikan terciptanya alat yang diinginkan. Referensi dapat diperoleh dari berbagai sumber, termasuk penelitian dari pihak lain dan juga internet.
2. Perencanaan Pembuatan Alat. Setelah mendapatkan referensi, langkah selanjutnya adalah melakukan perencanaan pembuatan alat. Perencanaan ini dapat direpresentasikan dalam bentuk diagram untuk memudahkan penentuan spesifikasi kerja sistem.
3. Alat dan Bahan. Langkah awal dalam pembuatan alat sebenarnya adalah menentukan alat, bahan, dan komponen yang diperlukan. Setelah spesifikasi kerja ditentukan, dilakukan analisis untuk menentukan alat dan bahan yang dibutuhkan serta komponen mana yang mampu menjalankan fungsi dalam sistem kerja yang telah ditentukan.
4. Pengujian Komponen. Pengujian Komponen merupakan tahap penting dalam metode pengumpulan KONSEP. Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen yang digunakan dalam perancangan sistem kontrol dan monitoring.
5. Perancangan Alat. Dalam tahap perancangan alat, dilakukan proses pembuatan alat dengan langkah-langkah berikut: pertama, penempatan atau pemasangan komponen-komponen yang terdiri dari komponen *input*, sistem kontrol, dan komponen *output*. Selanjutnya, dilakukan koneksi dan instalasi yang diperlukan antara ketiga komponen tersebut.

6. Pengujian Alat. Setelah semua komponen dirancang dan dipasang, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk memastikan bahwa komponen bekerja sesuai dengan sistem kerja dan rancangan yang telah dibuat.
7. Pengambilan Data dan Hasil Pengujian. Setelah semua sistem berfungsi dengan baik dan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat, langkah selanjutnya adalah mengambil data sebagai hasil akhir yang akan dimasukkan ke dalam KONSEP.

### Rancangan Kegiatan

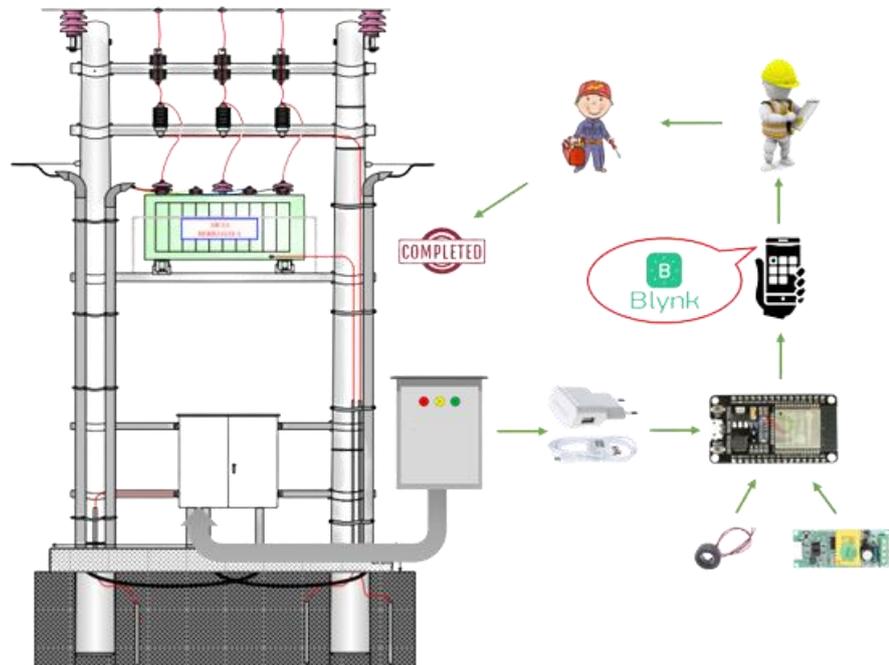
Secara umum metode yang digunakan dalam penelitian meliputi perangkat keras dan perancangan perangkat lunak pada sistem control dan *monitoring* arus dan tegangan di trafo distribusi. Dimana menggunakan dua unit sensor sebagai parameter ukur tegangan dan arus. untuk m sistem *monitoring* yang di proses oleh ESP32 dan outputnya menggunakan modul Wifi sebagai integrasi konsep *Internet of things* untuk kontrol dan *monitoring* jarak jauh dan mampu memberi notifikasi melalui line notify.

### Tempat Penelitian

Lokasi penelitian ini akan dilaksanakan pada rumah peneliti yang berada di Trafo Distribusi BR 781 ULP Medan Batu JL Sei Batu Gingging.

### Perancangan Alat

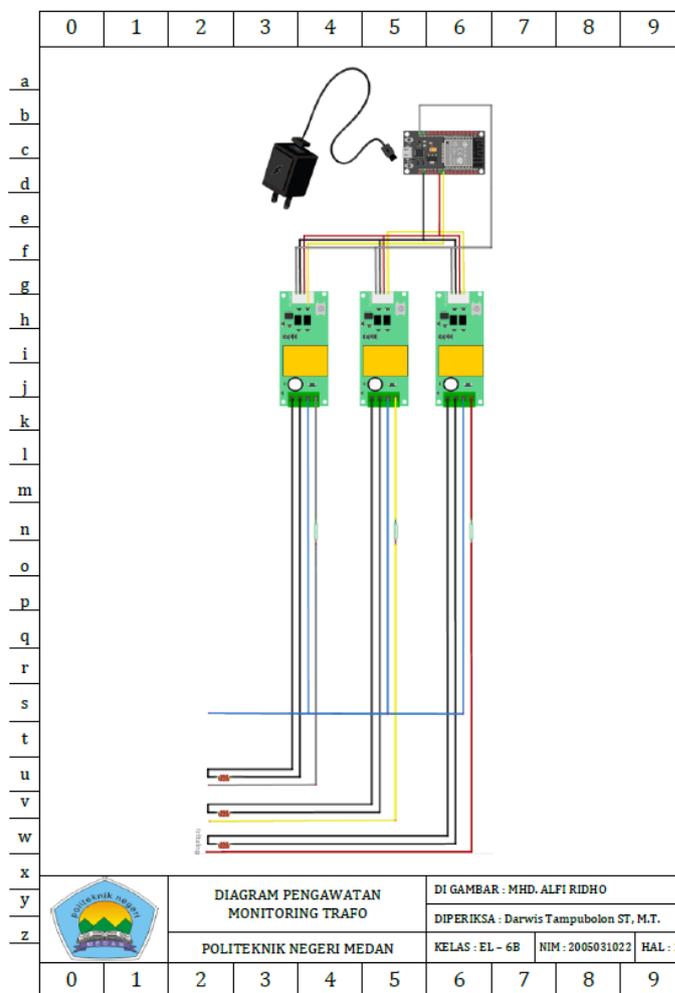
#### Perancangan Umum Sistem



Gambar 8 Rancangan Umum Sistem  
Sumber: Penulis, 2023

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa Trafo distribusi akan diukur tegangan dan arusnya. Adaptor berfungsi sebagai pemberi tegangan DC untuk mengoperasikan komponen. Di ESP32 dihubungkan ke sensor arus dan tegangan untuk mendapatkan informasi dari trafo diatas. Sensor PZEM-004T dilengkapi dengan pengaman fuse lebur sehingga jika terjadi hubung singkat pada transformator tidak akan merusak dan membahayakan komponen lainnya. Setelah didapatkan data selanjutnya akan di hitung kesesuaian tegangan dan arus sesuai SPLN, jika terjadi ketidaksesuaian pada sisi tegangan dan arus maka akan dikirimkan informasi melalui smartphone kepada pelayanan Teknik PLN. Setelah menerima informasi maka petugas akan membuat jadwal proses pemeliharaan. Selanjutnya pelayanan Teknik melaksanakan pemeliharaan trafo distribusi. Dan trafo distribusi akan Kembali dalam kondisi handal. Proses monitoring akan menghemat waktu dan tenaga manusia. Dan yang terpenting penyaluran energi listrik lebih maksimal.

**Perancangan Rangkaian Alat**



Gambar 9 Diagram Alir Rancangan Kegiatan  
Sumber: Penulis, 2023

### Analisis Pengujian Alat

Setelah melakukan perancangan dan perakitan komponen-komponen telah berhasil dilakukan maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian kerja dari alat Monitoring ini. Pengujian alat Monitoring ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari keseluruhan komponen sesuai dengan yang diharapkan dan mendapatkan hasil dari Pengukuran arus dan tegangan sesuai dengan yang diharapkan. Ada beberapa penyebab kegagalan dalam monitoring trafo, seperti tegangan yang terlalu tinggi, internet yang tidak stabil dan kesalahan dalam pemasangan kelistrikan serta kondisi lapangan yang tidak mendukung. Oleh sebab itu penulis melakukan pengujian di lab dan dilapangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Alat di Laboratorium Listrik

Pengujian alat monitoring trafo di laboratorium adalah proses menguji dan mengevaluasi kinerja, fungsi, keandalan, dan kesesuaian alat sebelum digunakan pada kondisi sebenarnya. Tujuan utama dari pengujian di laboratorium adalah untuk memperoleh pemahaman yang mendalam tentang kinerja alat, mengidentifikasi kelemahan atau masalah potensial, dan membuat perbaikan atau penyesuaian yang diperlukan sebelum alat atau sistem digunakan dalam lingkungan yang lebih kompleks atau aplikasi sebenarnya. Pengujian alat di laboratorium mencakup serangkaian langkah dan prosedur

### Pengujian Alat di Lapangan

Pengujian alat Monitoring pada lokasi yang sebenarnya disebut pengujian lapangan atau pengujian di tempat yang sebenarnya. Ini melibatkan membawa alat ke lokasi yang akan digunakan untuk menguji kinerjanya dalam kondisi yang sebenarnya. Pengujian lapangan penting karena alat atau sistem dapat berperilaku secara berbeda di lingkungan yang sebenarnya dibandingkan dengan kondisi laboratorium atau simulasi.

Pengujian Alat Monitoring dilakukan langsung pada trafo distribusi pasang luar dengan rating trafo 50 kVA di jalan sei batu gunggung Penyulang LS.06. Pengujian ini dilakukan pada hari kerja dan luar hari kerja yaitu hari sabtu, minggu, senin dan selasa. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimal dan mengetahui kemampuan serta kehandalan alat ini dilapangan. Berikut hasil pengujian alat monitoring trafo.

#### 1. Hasil Pengukuran Arus Hari Luar Kerja

Tabel 1 Pengukuran Arus Hari Luar Kerja

Hari Pengukuran	Waktu Pengukuran (Jam)	Fasa R (Ampere)	Fasa S (Ampere)	Fasa T (Ampere)
Sabtu	13	10,4	22,9	21,4
Sabtu	14	2,5	21,1	17,5
Sabtu	15	2,7	27,2	17,3
Sabtu	16	2,3	24,8	17,6
Sabtu	17	2,2	24,3	16,8
Sabtu	18	3,9	30,7	24,5
Sabtu	19	7	26,7	23,5
Sabtu	20	7,1	27	29

Sabtu	21	5,2	25,6	22,2
Sabtu	22	5,2	23,7	21
Sabtu	23	5,3	24	17,1
Sabtu	24	5,4	24,3	17
Minggu	1	5,3	13,4	18,7
Minggu	2	5,4	7	18,8
Minggu	3	5,3	8	16,4
Minggu	4	5,3	6	14,1
Minggu	5	5,4	6,8	15,5
Minggu	6	5,3	7,8	12,8
Minggu	7	2,2	7	8,5
Minggu	8	2,3	3,9	10,3
Minggu	9	2,2	7,9	12,7
Minggu	10	2,4	4,5	14,3
Minggu	11	2,3	7,9	17,6
Minggu	12	2,3	21,5	12,8

Ketidakeimbangan beban pada trafo distribusi di hari libur dengan hasil Fasa R merupakan fasa yang paling kecil tegangannya sedangkan Fasa T merupakan fasa yang paling padat bebannya. Hal ini akan mempengaruhi kehandalan trafo dalam segi pendistribusian energi listrik. Untuk hasil yang optimal kita juga akan melihat data hasil pengujian di hari kerja.

## 2. Hasil Pengukuran Arus Hari Kerja

Tabel 2 Pengukuran Arus Hari Kerja

Hari Pengukuran	Waktu Pengukuran (Jam)	Fasa R (Ampere)	Fasa S (Ampere)	Fasa T (Ampere)
Senin	13	39,3	27	68,3
Senin	14	40,1	26,5	66
Senin	15	40,3	26,9	65,3
Senin	16	38,9	29,3	64,3
Senin	17	34,7	27,6	62,7
Senin	18	33,8	24,4	61,3
Senin	19	35,2	27,4	51,7
Senin	20	35,1	29,8	42,8
Senin	21	15,7	22,9	23,8
Senin	22	5,2	23,8	21,7
Senin	23	5,3	24,3	21,3
Senin	24	5,3	15,5	14,4
Selasa	1	5,2	11,2	13,2
Selasa	2	5,2	5,8	11,4
Selasa	3	5,2	5,7	8,2
Selasa	4	5,2	7,4	11,6
Selasa	5	5,2	5,1	8,3
Selasa	6	2,4	6,5	9,6
Selasa	7	27,8	10,9	31,1
Selasa	8	31,8	11,8	42
Selasa	9	33,1	8,4	53,7
Selasa	10	34,5	10,5	61,2
Selasa	11	34,8	17,1	63,9
Selasa	12	35,4	21,9	63,7

Ketidakseimbangan beban pada hari kerja terlihat signifikan pada jam 08.00 – 20.00 namun untuk malam hari beban cukup seimbang. Hal ini dikarenakan beban puncak telah selesai

### 3. Pengukuran Tegangan Hari Luar Kerja

Tabel 3 Pengukuran Tegangan Luar Hari Kerja

Hari Pengukuran	Waktu Pengukuran (Jam)	Fasa R (Volt)	Fasa S (Volt)	Fasa T (Volt)
Sabtu	13	228,7	231,9	230
Sabtu	14	227,9	230,5	231,5
Sabtu	15	228,4	230,6	231,7
Sabtu	16	228,8	230,9	232,2
Sabtu	17	229,8	232,1	233,1
Sabtu	18	230,2	231,9	233,4
Sabtu	19	228,4	230,2	231,6
Sabtu	20	229,8	231,8	233,6
Sabtu	21	231,5	233,4	234,9
Sabtu	22	233,4	235,2	236,8
Sabtu	23	231,3	233,5	235
Sabtu	24	232,6	235,1	236,1
Minggu	1	232,2	235,5	236,3
Minggu	2	232,3	236,2	236,8
Minggu	3	232,7	236,5	237,1
Minggu	4	233,4	237,4	237,6
Minggu	5	232,7	236,7	237,1
Minggu	6	232,7	236,6	236,01
Minggu	7	234,1	237,8	237,6
Minggu	8	234,3	238,5	238,3
Minggu	9	233,9	237,8	237,7
Minggu	10	232,5	236,5	236,4
Minggu	11	232,4	236,3	236,4
Minggu	12	232,9	235,9	235,9

Dari hasil di atas dapat kita lihat bahwa pada hari libur tegangan output dari trafo distribusi mengalami perbedaan baik dalam perbedaan tegangan fasa dan juga perbedaan lonjakan tegangan. Tegangan terendah terjadi pada hari sabtu jam 14.00 dengan tegangan 227 V pada fasa R hal ini masih sesuai standart PLN namun untuk tegangan tertinggi terjadi pada fasa T yaitu sebesar 238 V yang hampir melewati batas tegangan yang diizinkan. Fasa R S T memiliki perbedaan tegangan yang cukup berbeda dikarenakan pembebanan tiap fasa juga berbeda. Hal ini juga terjadi dikarenakan beban trafo tersebut adalah kantor-kantor pemerintahan yang bekerja pada hari kerja sehingga tidak terlalu membebani trafo dari sisi bebannya. Hal ini juga mempengaruhi besar tegangan yang dikeluarkan setiap saat pada tiap-tiap fasa.

### 4. Pengukuran Tegangan Hari Kerja

Tabel 3 Pengukuran Tegangan Luar Hari Kerja

Hari Pengukuran	Waktu Pengukuran (Jam)	Fasa R (Volt)	Fasa S (Volt)	Fasa T (Volt)
-----------------	------------------------	---------------	---------------	---------------

Senin	13	230,6	235	236,6
Senin	14	228,6	233,1	234,6
Senin	15	225,4	229,4	230,7
Senin	16	226,1	229,9	230,9
Senin	17	227,6	230,8	232,8
Senin	18	228,5	231	233,6
Senin	19	227,5	230,5	232,1
Senin	20	229,8	233,6	234,2
Senin	21	231,7	234,2	235
Senin	22	233,6	235,9	237,3
Senin	23	235,1	237,3	238,9
Senin	24	233,5	236,7	237,4
Selasa	1	234,1	237,4	238
Selasa	2	234,1	238	238,2
Selasa	3	235,1	239	239,1
Selasa	4	236	239,8	239,9
Selasa	5	235,6	239,6	239,2
Selasa	6	234,8	238,6	238,7
Selasa	7	233,3	238,4	237,6
Selasa	8	229,8	234,8	234,7
Selasa	9	225,2	230,5	231,5
Selasa	10	225,9	231,1	232,5
Selasa	11	225,3	230,9	232,1
Selasa	12	226,6	230,1	232,5

**SIMPULAN** Dari hasil diatas dapat kita lihat bahwa pada hari kerja tegangan output dari trafo distribusi mengalami perbedaan baik dalam perbedaan tegangan fasa dan juga perbedaan lonjakan tegangan. Tegangan terendah terjadi pada hari selasa jam 09.00 dengan tegangan 225,2 V pada fasa R hal ini masih sesuai standart PLN namun untuk tegangan tertinggi terjadi pada fasa T yaitu sebesar 240 V yang hampir melewati batas tegangan yang diizinkan. Fasa R S T memiliki perbedaan tegangan yang cukup berbeda dikarenakan pembebanan tiap fasa juga berbeda. Hal ini juga terjadi dikarenakan beban trafo tersebut adalah kantor-kantor pemerintahan yang bekerja pada hari kerja sehingga tidak terlalu membebani trafo dari sisi bebannya. Berbeda dengan pengukuran hari libur, tegangan mengalami penurunan di saat jam kerja yaitu mulai dari 10.00 – 17.00. hal ini dikarenakan beban puncak berada disiang menuju sore hari yang mempengaruhi nilai tegangan pada trafo distribusi Berdasarkan Hasil dari Proses Perancangan, pembuatan, dan pengujian Alat Monitoring Trafo Distribusi Berbasis Internet of Things, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Besar kesalahan (Error) PZEM dalam mengukur Tegangan adalah 0,0198%.
2. Besar kesalahan (Error) PZEM dalam mengukur Arus adalah 0,612%.
3. Besar kesalahan (Error) PZEM dalam mengukur Cosphi adalah 0,01%.
4. Besar kesalahan (Error) PZEM dalam mengukur Frekuensi adalah 0,003%.
5. Besar kesalahan (Error) PZEM dalam mengukur Daya adalah 0,183 %.
6. Rata-rata tingkat kesalahan Pengukuran dibawah 0,5% yaitu 0,23%.
7. Beban Puncak Trafo adalah dihari Senin dengan Nilai Fasa T 68,3 Ampere.

8. Beban trafo BR781 dalam keadaan tidak seimbang, dengan nilai ketidakseimbangan diatas 20%.
9. Nilai cosphi pada trafo distribusi rata-rata adalah 0,65 yang sudah tidak sesuai standart yang diizinkan PLN.
10. Nilai Tegangan pada trafo distribusi BR781 masih dalam standart PLN dengan rata-rata tegangan 230 Volt:

- RUJUKAN** Fitriandi, A., Komalasari, E., dan, H. G.-J. R., & 2016, undefined. (2016). Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway. *Academia.Edu*, 10(2). <https://www.academia.edu/download/52674667/215-260-1-PB.pdf>
- Ibrahim, Ridyandhika Riza, Bekti Yulianti, S. M. (n.d.). RANCANG BANGUN MONITORING PEMAKAIAN ARUS LISTRIK PLN BERBASIS IoT. *Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma*, 1, 43–51.
- Junaidi. (2022). Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transformator Distribusi Di Penyulang Pangsuma Pt. Pln (Persero) Rayon Mempawah. 1(1).
- Pandu Firdaus, S., Fauziah, D., & Teknik Elektro, J. (2021). Penyeimbangan Beban Gardu Distribusi Pt. Pln Tarakan (Kalimantan). 317–322.
- Pattiapon, M. L., Soleman, A., & Darmawan, M. F. (2019). DESAIN ALAT MONITORING BEBAN GARDU DISTRIBUSI SECARA REAL TIME MENGGUNAKAN METODE PERANCANGAN PRODUK DI PT. PLN (Persero) RAYON BAGUALA. *Arika*, 13(2), 127–142. <https://doi.org/10.30598/arika.2019.13.2.127>
- PT. PLN (Persero). (2010). Buku 4 Standar konstruksi gardu distribusi dan gardu hubung tenaga listrik. PT PLN (Persero), 143.
- Riantiarto, A., Suryadi, D., & Saifurrahman. (2019). Rancang Bangun Alat Monitoring Arus Pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan WEB Berbasis Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1), 1–9. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/download/35505/75676582854>