

**SKRIPSI**  
**PERANCANGAN SISTEM *ONLINE MONITORING* PEMBEBANAN**  
**TRANSFORMATOR DISTRIBUSI MENGGUNAKAN WEMOS**

OLEH :

**ADNAN MUJAHID**

**D411 16 009**



**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2021**

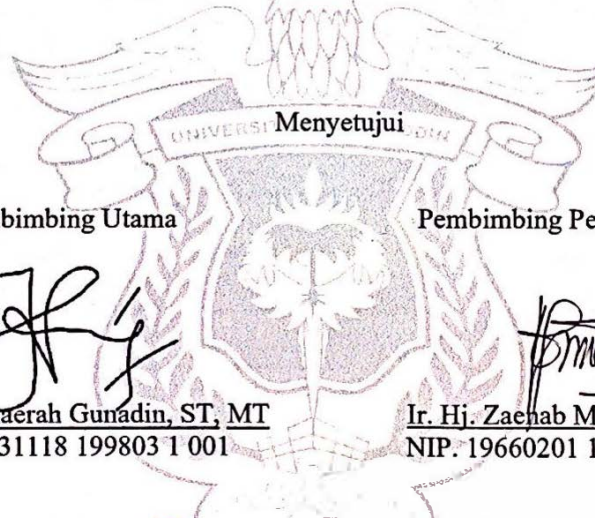
**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN SISTEM *ONLINE MONITORING* PEMBEBANAN  
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI MENGGUNAKAN WEMOS**

Disusun dan diajukan oleh :

**ADNAN MUJAHID**  
**D411 16 009**

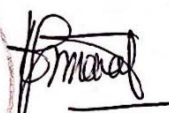
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 2 Juni 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan



Pembimbing Utama


Pembimbing Pendamping

  
Dr. Indar Chaerah Gunadin, ST, MT  
NIP. 19731118 199803 1 001

  
Ir. Hj. Zaenab Muslimin, MT  
NIP. 19660201 199202 2 002

Ketua Program Studi



  
Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT.  
NIP. 19691026 199412 2 001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Adnan Mujahid  
NIM : D41116009  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### **Perancangan Sistem *Online Monitoring* Pembebanan Transformator Distribusi Menggunakan WeMos**

Adalah karya tulisan saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi/tesis/disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 2 Juni 2021

Menyatakan  
  
Adnan Mujahid

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan karunia-Nya lah sehingga penulisan laporan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan skripsi ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada pendidikan Strata Satu Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah “Perancangan Sistem *Online Monitoring* Pembebanan Transformator Distribusi Menggunakan WeMos”

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi masih terdapat kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa yang tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu penulis menerima saran dan kritik, segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua dan Keluarga, terima kasih atas doa dan dukungan yang diberikan kepada penulis
2. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT, selaku Kepala Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Indar Chaerah Gunadin, ST, MT selaku Pembimbing I dan Ibu Ir. Hj. Zaenab Muslimin, MT selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan laporan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ikhlas Kitta, ST, MT dan Ibu Dr. Ir. Hj. Sri Mawar Said., MT selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik yang membangun serta saran yang baik kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
5. Segenap Dosen Departemen Teknik Elektro, atas segala ilmu yang bermanfaat, wawasan dan pengalaman yang telah diberikan kepada penulis.
6. Segenap Staf pegawai Departemen Teknik Elektro, yang telah banyak membantu dalam hal administrasi.
7. Seluruh teman-teman EXCITER16, yang menjadi teman seperjuangan

penulis selama perkuliahan.

8. Nandemonai yang menjadi teman skripsi saya.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Makassar, 2 Juni 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>SAMPUL SKRIPSI .....</b>                   | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>    | <b>ii</b>   |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....</b> | <b>iii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                   | <b>iv</b>   |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                       | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                    | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>                      | <b>xi</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                          | <b>xii</b>  |
| <b>ABSTRACT.....</b>                          | <b>xiii</b> |
| <b>BAB I LATAR BELAKANG .....</b>             | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang.....                       | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                     | 2           |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                   | 3           |
| 1.4 Batasan Masalah .....                     | 3           |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                  | 3           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>           | <b>4</b>    |
| 2.1 Sistem Tenaga Listrik .....               | 4           |
| 2.2 Jaringan Distribusi .....                 | 4           |
| 2.3 Transformator .....                       | 6           |
| 2.4 Besaran Listrik .....                     | 10          |
| 2.4.1 Arus .....                              | 10          |
| 2.4.2 Tegangan .....                          | 11          |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.5 Sistem Monitoring .....                                | 12        |
| 2.6 WeMos D1 R1 .....                                      | 13        |
| 2.7 Sensor .....   | 15        |
| 2.7.1 Sensor PZEM-004T .....                               | 16        |
| <b>BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM .....</b>      | <b>17</b> |
| 3.1 Gambaran Umum Sistem .....                             | 17        |
| 3.2 Alat dan Bahan .....                                   | 18        |
| 3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian .....                      | 19        |
| 3.4 Metode Penelitian .....                                | 20        |
| 3.5 Spesifikasi Sistem Alat Monitoring .....               | 20        |
| 3.6 Perancangan Perangkat Keras .....                      | 20        |
| 3.6.1 WeMos D1 R1 .....                                    | 20        |
| 3.6.2 Sensor PZEM-004T .....                               | 21        |
| 3.7 Perancangan Perangkat Lunak .....                      | 23        |
| 3.8 Pengujian dan Penerapan Sistem .....                   | 26        |
| <b>BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM .....</b>          | <b>28</b> |
| 4.1 Pengujian Sensor PZEM-004T .....                       | 28        |
| 4.1.1 Pengujian Sensor Tegangan .....                      | 28        |
| 4.1.2 Pengujian Sensor Arus .....                          | 30        |
| 4.2 Pengujian Kinerja Keseluruhan Sistem .....             | 31        |
| 4.2.1 Data Hasil Pengujian Sistem Monitoring .....         | 32        |
| 4.2.2 Analisa Data Hasil Pengujian Sistem Monitoring ..... | 33        |
| 4.2.3 Analisa Pembebanan Trafo .....                       | 35        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.2.4 Analisa Ketidakseimbangan beban pada trafo .....                      | 36        |
| 4.2.5 Analisa Perbandingan Hasil Pengujian Sistem dengan Alat ukur<br>..... | 37        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                     | <b>44</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....  | 44        |
| 5.2 Saran .....   | 44        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>46</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>   | <b>47</b> |



## DAFTAR GAMBAR

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Hubungan JTM ke JTR dan Konsumen .....   | 6  |
| Gambar 2.2 | Prinsip kerja transformator .....  | 8  |
| Gambar 2.3 | WeMos D1 R1 .....  | 14 |
| Gambar 2.4 | Sensor PZEM-004T .....   | 16 |
| Gambar 3.1 | Blok Diagram Sistem .....  | 17 |
| Gambar 3.2 | Skema rangkaian perangkat keras Fasa R .....   | 21 |
| Gambar 3.3 | Skema rangkaian perangkat keras Fasa S .....   | 22 |
| Gambar 3.4 | Skema rangkaian perangkat keras Fasa T .....   | 23 |
| Gambar 3.5 | Tampilan website Thingspeak .....  | 24 |
| Gambar 3.6 | <i>Flowchart</i> perancangan perangkat lunak .....   | 25 |
| Gambar 3.7 | Prototype sistem monitoring .....  | 26 |
| Gambar 3.8 | <i>Flowchart</i> perancangan perangkat keras .....   | 27 |
| Gambar 4.1 | a) Hasil Pengujian Pertama Fasa RST, (b) Hasil Pengujian Kedua Fasa RST melalui <i>www.thingspeak.com</i> .....  | 34 |
| Gambar 4.2 | (a) Grafik perbandingan hasil pengujian tegangan pertama pada <i>www.thingspeak.com</i> dan pada alat ukur, (b) Grafik perbandingan hasil pengujian tegangan kedua pada <i>www.thingspeak.com</i> dan pada alat ukur ..... | 38 |
| Gambar 4.3 | a) Grafik perbandingan hasil pengujian arus pertama pada <i>www.thingspeak.com</i> dan pada alat ukur, (b) Grafik perbandingan hasil pengujian arus kedua pada <i>www.thingspeak.com</i> dan pada alat ukur .....          | 40 |

Gambar 4.4 (a) Grafik perbandingan hasil pengujian daya pertama pada *www.thingspeak.com* dan pada alat ukur, (b) Grafik perbandingan hasil pengujian daya kedua pada *www.thingspeak.com* dan pada alat ukur ..... 42

## **DAFTAR TABEL**

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabel 2.1 | Pin WeMos D1 R1 dan Fungsinya .....                                  | 15 |
| Tabel 3.1 | Daftar Alat dan Bahan .....  | 19 |
| Tabel 3.2 | Pin yang digunakan pada WeMos D1 R1 .....                            | 21 |
| Tabel 4.1 | Tabel hasil pengujian dan persentase kesalahan sensor tegangan ..... | 29 |
| Tabel 4.2 | Tabel hasil pengujian dan persentase kesalahan sensor arus .....     | 30 |
| Tabel 4.3 | Data Hasil pengujian keseluruhan sistem .....                        | 32 |

## ABSTRAK

### **Adnan Mujahid, Perancangan Sistem Online Monitoring Pembebanan Transformator Distribusi Menggunakan WeMos (dibimbing oleh Indar Chaerah Gunadin dan Zaenab Muslimin).**

Energi listrik pada dasarnya merupakan salah satu kebutuhan utama yang digunakan dalam berbagai kegiatan di lingkungan masyarakat, sehingga penyaluran dan penyediaannya harus tetap stabil dan kontinyu. Komponen dan jaringan distribusi merupakan salah satu penyaluran energi listrik. Akan tetapi dalam penyaluran energi listrik terdapat beberapa gangguan seperti gangguan pada transformator distribusi. Oleh karena itu dilakukan sistem online monitoring pembebanan transformator distribusi berupa tegangan, arus, dan daya. Sistem online monitoring transformator distribusi ini menggunakan sensor PZEM004T yang dilengkapi CT untuk sensor arus dan menggunakan modul WeMos D1 R1 sebagai mikrokontroler. Pada tugas akhir ini dibuat alat yang dapat memonitoring pembebanan transformator secara online dengan bantuan website thingspeak. Pembuatan alat ini dibagi menjadi 3 tahap yaitu studi literatur, perancangan perangkat keras, dan perancangan perangkat lunak. Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem online monitoring pembebanan transformator distribusi dapat bekerja optimal dengan rata-rata persentase kesalahan pengukuran sensor tegangan sebesar 0,298 % dan arus sebesar 4,957 %. Kondisi pembebanan, data, dan grafik hasil pengujian sistem monitoring dapat dilihat melalui website thingspeak dengan persentase rata-rata persentase tegangan sebesar 97,893 %, arus sebesar 26,653 %, dan daya sebesar 9,135 % yang dihitung sesuai spesifikasi dari trafo uji yang digunakan yakni 1KVA. Kata kunci : Sistem online monitoring, Modul WeMos D1 R1, Sensor PZEM004T, Pembebanan transformator, Thingspeak.

## ***ABSTRACT***

**Adnan Mujahid, Designing a Distribution Transformer Load Online Monitoring System Using a WeMos (supervised by Indar Chaerah Gunadin and Zaenab Muslimin).**

Electrical energy is basically one of the main needs used in various activities in the community, so its distribution and supply must remain stable and continuous. Component and distribution network is one of the distribution of electrical energy. However, in the distribution of electrical energy, there are several disturbances such as disturbances in distribution transformers. Therefore, an online distribution transformer loading monitoring system is carried out in the form of voltage, current, and power. This distribution transformer online monitoring system uses a PZEM004T sensor equipped with a CT for current sensor and uses the WeMos D1 R1 module as a microcontroller. In this final project, a tool that can monitor transformer loading is made online with the help of the Thingspeak website. The making of this tool is divided into 3 stages, namely literature study, hardware design, and software design. Based on the results of the tests and analyzes that have been carried out, it can be concluded that the online distribution transformer loading monitoring system can work optimally with an average percentage error of the voltage sensor measurement of 0.298% and a current of 4.957%. Loading conditions, data, and graphs of monitoring system test results can be seen through the Thingspeak website with an average percentage of 97.893% voltage, 26.653% current, and 9.135% power calculated according to the specifications of the test transformer used, namely 1KVA.

**Keywords:** Online monitoring system, WeMos Module D1 R1, Sensor PZEM004T, Transformer loading, Thingspeak.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi listrik pada dasarnya merupakan salah satu kebutuhan utama yang digunakan dalam berbagai kegiatan di lingkungan masyarakat. Perguruan tinggi juga menggunakan energi listrik dalam kegiatan belajar dan mengajar maupun dalam kegiatan perkantoran. Faktor yang dapat mempengaruhi kualitas dari energi listrik adalah tegangan, arus dan daya listrik. Kebutuhan pasokan energi listrik akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi manusianya maupun tingkat perkembangan teknologinya. Hal ini yang menyebabkan energi listrik memegang peranan penting dalam kehidupan. Namun, seiring bertambahnya tingkat kebutuhan energi listrik menyebabkan timbulnya masalah dalam keterbatasan sumber daya alam dalam pemenuhan energi listrik itu sendiri. Berbagai upaya dalam menangani permasalahan tersebut hingga akhirnya muncul gagasan dengan mengimplementasikan sistem monitoring sebagai salah satu cara yang efisien dalam pemantauan dan pemeliharaan transformator.

Kerusakan transformator biasanya dipengaruhi beban berlebih yang dapat membahayakan transformator itu sendiri maupun isolasi transformator. Transformator yang panas dapat menimbulkan short circuit yang dapat mengakibatkan transformator meledak, sehingga kerusakan transformator dapat memperpendek usia pemakaian baik dari segi alat maupun minyaknya. Sistem monitoring besaran listrik sudah banyak diimplementasikan dengan pemasangan alat ukur listrik pada panel transformator sebelum masuk ke beban. Cara ini

dianggap kurang efisiensi, dimana untuk memonitoringnya harus dilakukan secara langsung ke lokasi pemasangan alat ukur. Hal ini yang menyebabkan perlu adanya suatu sistem monitoring yang dapat menyimpan data sekaligus menampilkannya dalam kondisi online, serta mampu memberikan informasi yang dapat dijadikan sebagai referensi analisa sistem tenaga listrik.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, maka akan dilakukan penelitian yang berjudul “**Perancangan Sistem *Online Monitoring* Pembebanan Transformator Distribusi Menggunakan WeMos**”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang tertera sebelumnya, maka dapat di rumuskan permasalahannya sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun sistem online yang dapat memonitoring pembebanan tranformator distribusi menggunakan WeMos mikrokontroller.
2. Bagaimana caranya menghasilkan dan menampilkan data hasil monitoring transformator distribusi dalam bentuk grafik yang dapat diakses dan dipantau dari jarak jauh melalui *Cloud Thingspeak* (WEBSITE).

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang hendak dicapai dari penulisan laporan akhir ini adalah:

1. Merancang sistem online monitoring pembebanan transformator distribusi menggunakan WeMos mikrokontroler dengan memperhatikan parameter tegangan, arus dan daya listrik pada transformator distribusi.
2. Menghasilkan dan menampilkan data pengujian dalam bentuk grafik yang dapat dipantau dari jarak jauh melalui *Cloud Thingspeak* (WEBSITE).

### **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini membahas tentang rancang bangun sistem monitoring pembebanan transformator distribusi berupa tegangan, arus dan daya listrik dengan menggunakan sensor PZEM-004T-100A. Sampel data hasil yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk grafik dan dapat dipantau melalui jarak jauh dengan bantuan Cloud Thingspeak (WEB) yang terhubung dengan modul WeMos D1 R1.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Tugas akhir ini dapat memberikan beberapa manfaat, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Menghasilkan sistem monitoring yang dapat memantau tegangan, arus dan daya listrik pada transformator distribusi.
2. Memperoleh sampel data dan menampilkan data hasil monitoring transformator distribusi dalam bentuk grafik yang dapat diakses melalui sebuah *Cloud Thingspeak* (WEBSITE), sehingga lebih memudahkan dalam pemantauan kondisi pembebanan transformator dari jarak jauh.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik**

Sistem penyaluran tenaga listrik dari pembangkit tenaga listrik ke konsumen (beban), merupakan hal penting untuk dipelajari. Mengingat penyaluran tenaga listrik ini, prosesnya melalui beberapa tahap, yaitu dari pembangkit tenaga listrik penghasil energi listrik, disalurkan ke jaringan transmisi (SUTET) langsung ke gardu induk. Dari gardu induk tenaga listrik disalurkan ke jaringan distribusi primer (SUTM), dan melalui gardu distribusi langsung ke jaringan distribusi sekunder (SUTR), tenaga listrik dialirkan ke konsumen. Dengan demikian sistem distribusi tenaga listrik berfungsi membagikan tenaga listrik kepada pihak pemakai melalui jaringan tegangan rendah (SUTR), sedangkan suatu saluran transmisi berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik bertegangan ekstra tinggi ke pusat-pusat beban dalam daya yang besar (melalui jaringan distribusi) [1].

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah; 1) pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan), dan 2) merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi [2].

#### **2.2 Jaringan Distribusi**

Apabila saluran transmisi menyalurkan tenaga listrik bertegangan tinggi ke

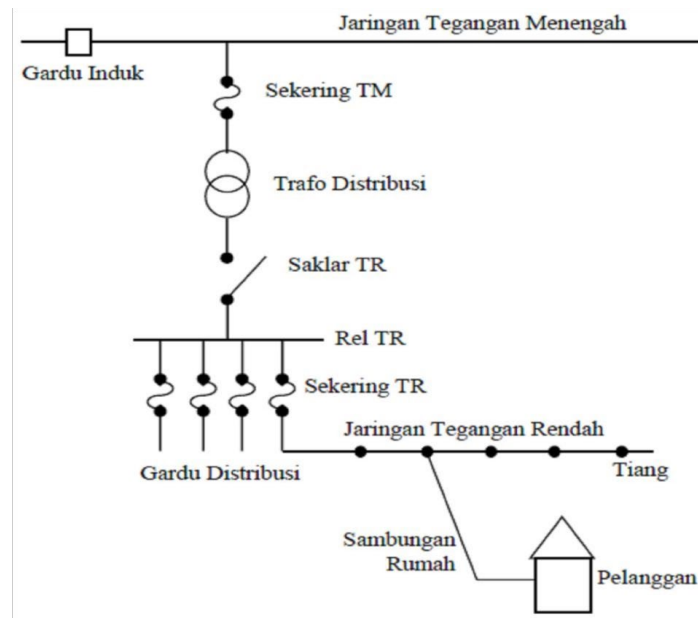
pusat – pusat beban dalam jumlah besar, maka saluran distribusi berfungsi membagikan tenaga listrik tersebut kepada pihak pemakai melalui saluran tegangan rendah. Pada dasarnya jaringan distribusi mirip dengan jaringan transmisi, yaitu jaringan sistem tenaga listrik yang berfungsi menyalurkan energi listrik melalui konduktor – konduktor (kawat), yang membedakan hanyalah bahwa jaringan distribusi adalah jaringan transmisi energi listrik yang lebih ke hilir (konsumen), dimana tegangannya telah diturunkan oleh transformator penurun tegangan hingga mencapai tegangan menengah, pada jaringan transmisi tegangan cenderung sangat tinggi sekali sampai batas – batas ekstrim (*extra high voltage*) [3].

Klasifikasi jaringan distribusi berdasarkan letak jaringan terhadap posisi gardu distribusi dibedakan menjadi 2 (dua) jenis yaitu: jaringan distribusi primer (jaringan distribusi tegangan menengah) dan jaringan distribusi sekunder (jaringan distribusi tegangan rendah) [4].

Jaringan distribusi primer (JDTM) merupakan suatu jaringan yang letaknya sebelum gardu distribusi berfungsi menyalurkan tenaga listrik bertegangan menengah (misalnya 6 kV atau 20 kV). Hantaran dapat berupa kabel dalam tanah atau saluran/kawat udara yang menghubungkan gardu induk (sekunder trafo) dengan gardu distribusi atau gardu hubung (sisi primer trafo didistribusi) [4].

Jaringan distribusi sekunder (JDTR) merupakan suatu jaringan yang letaknya setelah gardu distribusi berfungsi menyalurkan tenaga listrik bertegangan rendah (misalnya 220 V/380 V). Hantaran berupa kabel tanah atau kawat udara yang menghubungkan dari gardu distribusi (sisi sekunder trafo distribusi) ke tempat konsumen atau pemakai (misalnya industri atau rumah – rumah) [4]. Untuk skema

lebih lengkap hubungan antara JDTR ke JDTR dan konsumen dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Hubungan JDTR ke JDTR dan Konsumen

### 2.3 Transformator

Transformator merupakan salah satu peralatan pada tenaga listrik. Transformator memiliki fungsi yang dapat mengubah tenaga listrik dari suatu tegangan tinggi menjadi tegangan rendah maupun mengubah tegangan rendah menjadi tegangan tinggi dengan frekuensi yang sama dan perbandingan transformator tertentu melalui suatu gandingan magnet. Transformator sendiri bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetis dengan perbandingan tegangan antara sisi primer maupun sekundernya yang berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya [5].

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s} \quad (2.1)$$

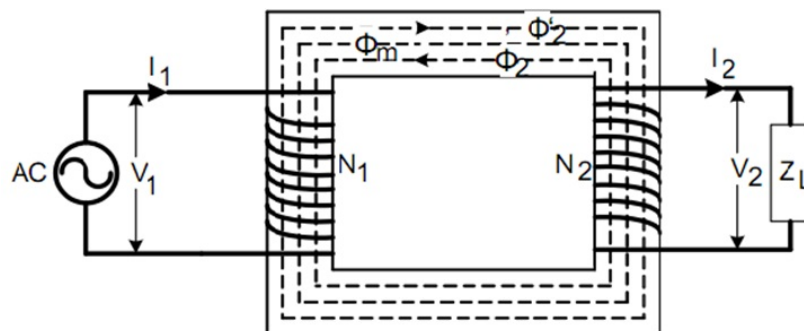
Simbol  $V_p$  merupakan simbol tegangan primer sedangkan  $V_s$  merupakan simbol tegangan sekunder dalam satuan Volt. Simbol  $I_p$  merupakan simbol arus primer sedangkan  $I_s$  merupakan simbol arus sekunder dalam satuan Ampere dan untuk  $N_p/N_s$  merupakan simbol dari banyaknya lilitan kumparan pada sisi primer maupun sekundernya. Faktor daya transformator 3 fasa dapat dihitung dengan menggunakan :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \theta \quad (2.2)$$

Transformator distribusi mempunyai spesifikasi tegangan primer dan tegangan sekunder sebesar 20/0,4 kV. Pada dasarnya transformator distribusi tiga fasa terdiri dari tiga buah transformator satu fasa dengan tiga buah kerangka besi yang terpasang pada satu bagian. Tiga buah kerangka besi ini memiliki sepasang kumparan yang terhubung secara hubung bintang dan hubung delta. Hubung bintang merupakan hubungan antara transformator 3 fasa yang disatukan ujung lilitannya. Titik ujung lilitan yang telah disatukan itu yang disebut dengan titik netral. Hubung bintang merupakan hubung yang baik pada saat kondisi beban seimbang, karena pada saat beban transformator seimbang maka arus netral sama dengan 0. Sedangkan pada saat kondisi tidak seimbang akan menimbulkan rugi rugi pada transformator [5].

Seperti pada Gambar 2.2 Prinsip kerja dari transformator terdiri dari dua kumparan (primer dan sekunder). Kedua kumparan ini akan dipisahkan secara elektrik dan terhubung secara magnetis dengan reluktansi yang rendah. Kumparan

primer akan dihubungkan secara langsung ke sumber tegangan bolak balik, sehingga timbul fluks dari dalam inti besi yang dilaminasi. Kumputan ini akan membentuk *loop* tertutup, sehingga arus primer dapat mengalir. Akibat adanya fluks didalam kumputan primer maka pada kumputan tersebut terjadi yang namanya induksi atau bisa disebut juga dengan *self induction*. Kumputan sekunder juga mengalami hal yang sama karena adanya pengaruh induksi dari kumputan primer yang dapat disebut juga dengan *mutual induction*, sehingga menyebabkan timbulnya fluks magnet disekitar kumputan sekunder. Arus sekunder akan mengalir apabila rangkaian sekunder diberi beban, sehingga energi listrik dapat tersalurkan secara magnetisasi [5].



**Gambar 2.2** Prinsip kerja transformator

Daya kerja pada transformator menandakan kapasitas transformator tersebut. Karena sudah diketahui rating tegangan pada sisi primer dan sekunder, maka berdasarkan persamaan 1 dapat dihitung arus beban penuh pada sisi primer dan sekunder [6].

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \quad (2.3)$$

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (2.4)$$

dengan :

S : daya (kVA)

V : tegangan (kV)

I : arus jala-jala (A)

IFL : arus beban penuh (A)

Tujuan sistem distribusi adalah untuk mengambil tenaga listrik dari sistem transmisi dan mengirimkannya ke pelanggan untuk memenuhi kebutuhannya (Gabriel A. & Franklin, 2014). Daya dapat dihitung menggunakan persamaan (2.5) dengan syarat arus pada ketiga fasa dalam keadaan seimbang. Persamaan (2.5) berlaku untuk sistem distribusi dengan penghantar netral [6]:

$$P = 3 \times [V] \times [I] \times \cos\vartheta \quad (2.5)$$

dengan:

P : daya pada ujung transmisi (Watt)

V : tegangan pada ujung transmisi (V)

I : arus pada ujung transmisi (A)

Cos  $\vartheta$  : faktor daya

Ujung penerima suatu saluran distribusi listrik akan menerima daya yang lebih kecil dari P pada ujung transmisi. Hal ini disebabkan adanya penyusutan daya dalam saluran distribusi listrik tersebut. Arus pada fasa dapat diubah menjadi koefisien a, b, dan c. Koefisien ini didapat dari [I] pada masing-masing fasa. [I]

berdasarkan persamaan (2.5) adalah arus fasa dalam suatu saluran distribusi daya dengan besar P pada keadaan seimbang. Persamaan (2.6) berikut ini akan menggambarkan hubungan antara arus pada tiap-tiap fasa dengan ketiga koefisien [6]:

$$\begin{aligned} [I_R] &= a[I] \\ [I_S] &= b[I] \\ [I_T] &= c[I] \end{aligned} \tag{2.6}$$

$I_R$  pada persamaan (2.6) adalah arus di fasa R, begitu juga dengan  $I_S$  adalah arus pada fasa S, dan  $I_T$  adalah arus pada fasa T. Besarnya daya dapat dihitung menggunakan persamaan (2.7) apabila factor daya pada ketiga fasa tersebut dianggap sama meskipun besar masing-masing arusnya berbeda [6]:

$$P = (a + b + c) \times [V] \times [I] \times \cos\vartheta \tag{2.7}$$

Persamaan (2.8) berikut ini menunjukkan persyaratan yang diperoleh dari persamaan (2.6) dan persamaan (2.7) yang menyatakan daya yang besarnya sama [6]:

$$a + b + c = 3 \tag{2.8}$$

## 2.4 Besaran Listrik

Penelitian ini akan memonitoring beberapa besaran listrik dalam sistem tenaga listrik diantaranya ada tegangan dan arus.

### 2.4.1 Arus

Arus merupakan perpindahan muatan ataupun energi listrik melalui suatu bahan penghantar. Arus memiliki satuan ampere, sedangkan muatan memiliki satuan coulomb. Ampere merupakan jumlah muatan yang mengalir melalui suatu

penampang dengan menggunakan bahan penghantar / satuan detik. Secara sistematis dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut [5]:

$$I = \frac{Q}{t} \text{ atau } Q = I \cdot t \quad (2.9)$$

Simbol  $Q$  merupakan simbol daripada muatan yang diukur dalam satuan coulomb (C), sedangkan  $I$  merupakan arus dalam satuan (A) dan  $t$  disini berarti waktu dalam satuan detik (s). Arus listrik juga dapat didefinisikan sebagai tingkat muatan yang melewati sebuah titik dalam suatu rangkaian listrik dengan rumus :

$$i = \frac{dQ}{dt} \quad (2.10)$$

Simbol  $I$  melambangkan tentang arus listrik yang bersifat konstan dapat disebut dengan arus searah, sedangkan simbol  $i$  digunakan untuk melambangkan arus listrik yang dapat berubah ubah terhadap waktu disebut dengan arus bolak balik [5].

#### 2.4.2 Tegangan

Tegangan merupakan energi yang digunakan untuk dapat memindahkan suatu muatan listrik diantara dua titik. Simbol  $V$  merupakan lambing simbol tegangan listrik dalam satuan Volt dengan jumlah total energi yang digunakan dalam memindahkan 1 coulomb muatan listrik. Secara sistematis dapat dijelaskan dari rumus berikut ini :

$$v = \frac{dw}{dQ} \quad (2.11)$$

Simbol  $V$  digunakan dalam menyatakan tegangan searah DC ,sedangkan simbol  $v$  digunakan dalam menyatakan tegangan bolak balik AC. Hubungan antara tegangan dan arus sebelumnya sudah dijelaskan pada salah satu penelitian



laboratorium oleh George Simon Ohm (1787-1854). Hukum Ohm menjelaskan bahwa arus listrik pada suatu kawat penghantar akan berbanding lurus dengan tegangan dan akan berbanding terbalik terhadap hambatan penghantar itu sendiri. Secara sistematis dapat dijelaskan berdasarkan rumus berikut [5] :

$$I = \frac{V}{R} \text{ atau } V = I \cdot R \quad (2.12)$$

Dimana R merupakan simbol hambatan dengan satuan Ohm ( $\Omega$ ) [5].

## 2.5 Sistem Monitoring

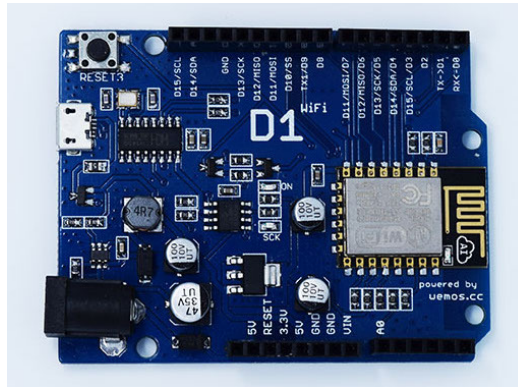
Sistem monitoring merupakan salah satu sistem pelaporan atau peninjauan ulang berupa tindakan atas informasi berupa proses yang sedang diimplementasikan (Mercy, 2005). Monitoring yang baik dibutuhkan pengawasan secara realtime dikarenakan kita tidak dapat mengetahui kapan akan terjadinya masalah dalam jaringan komputer. Hal tersebut menyulitkan seorang Teknisi Jaringan karena mengharuskan untuk selalu standby memantau kondisi jaringannya dan juga tidak selamanya melakukan monitoring dalam kondisi prima, sehingga dapat saja informasi alert yang ditampilkan terlewatkan dan akan menyebabkan keterlambatan dalam menangani masalah [5].

Monitoring akan memudahkan penggunanya dalam mengawasi, menganalisa, maupun mengendalikan suatu sistem secara langsung. Sistem monitoring mampu menyediakan informasi yang dibutuhkan oleh pengguna dengan konsep yang SMART (*Specific, Measurable, Attainable, Relevant, and Time-bound*) [5].

## 2.6 WeMos D1 R1

Menurut Dian M. P. (2017:3) Wemos merupakan suatu modul perangkat elektronik yang dapat digunakan dengan arduino berbasis pada ESP8266 sehingga modul ini sering digunakan untuk membuat suatu project yang khusus menggunakan konsep IoT. Wemos berbeda dari modul Wi-Fi yang lainnya, ini dikarenakan wemos dilengkapi dengan mikrokontroler yang dapat diprogram melalui serial port sehingga wemos dapat diprogram tanpa ada modul tambahan untuk melengkapinya [7].

Menurut Dian Mustika P. (2017:3) juga mengungkapkan bahwa Wemos memiliki 2 buah chipset yang digunakan sebagai otak kerjanya, antara lain: a. Chipset CH340 CH340 adalah chipset yang mengubah Universal Serial Bus (USB) serial menjadi serial interface, contohnya adalah aplikasi converter to IrDA atau aplikasi USB converter to printer. Dalam mode serial interface, CH340 mengirimkan sinyal penghubung yang umum digunakan pada modem. CH340 digunakan untuk mengubah perangkat serial interface umum untuk berhubungan dengan bus USB secara langsung. b. Chipset ESP8266 ESP8266 merupakan sebuah chipset yang memiliki fitur Wi-Fi dan mendukung stack Transmission Control Protocol/ Internet Protocol (TCP/IP) sehingga memungkinkan sebuah mikrokontroler terhubung kedalam jaringan WiFi dan membuat koneksi TCP/IP hanya dengan menggunakan command yang sederhana. Dengan clock 80 MHz chip ini dibekali dengan 4MB eksternal Random Access Memory (RAM) serta mendukung format IEEE 802.11 b/g/n sehingga tidak menyebabkan gangguan bagi yang lain [7].



**Gambar 2.3** WeMos D1 R1 (Sumber : <https://embeddednesia.com/v1/wemos-d1-board-esp8266-yang-kompatible-dengan-arduino/>)

Berikut spesifikasi dari WeMos D1 R1

- A 32 bit RISC CPU running at 80MHz
- 64Kb of instruction RAM and 96Kb of data RAM
- 4MB flash memory! Yes that's correct, 4MB!
- Wi-Fi
- 16 GPIO pins
- I2C,SPI
- I2S
- 1 ADC

Fungsi setiap pin WeMos D1 R1 dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

**Tabel 2.1** Pin WeMos D1 R1 dan Fungsinya

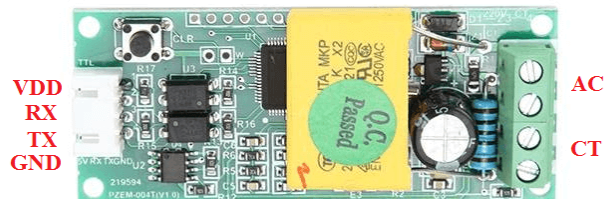
| <b>Pin</b> | <b>Function</b>         | <b>ESP-8266 Pin</b> |
|------------|-------------------------|---------------------|
| D0         | RX                      | GPIO3               |
| D1         | TX                      | GPIO1               |
| D2         | IO                      | GPIO16              |
| D3(D15)    | IO,SCL                  | GPIO5               |
| D4(D14)    | IO,SDA                  | GPIO4               |
| D5(D13)    | IO,SCK                  | GPIO14              |
| D6(D12)    | IO,MISO                 | GPIO12              |
| D7(D11)    | IO,MOSI                 | GPIO13              |
| D8         | IO,Pull-up              | GPIO0               |
| D9         | IO,pull-up, BUILTIN_LED | GPIO2               |
| D10        | IO,pull-down,SS         | GPIO15              |
| A0         | Analog Input            | A0                  |

## 2.7 Sensor

Sensor merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi besaran listrik berupa tegangan, resistansi, dan arus listrik. Adapun sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah PZEM-004T.

### 2.7.1 PZEM-004T

PZEM-004T adalah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur tegangan rms, arus rms dan daya aktif yang dapat dihubungkan melalui arduino ataupun platform opensource lainnya. Dimensi fisik dari papan PZEM-004T adalah  $3,1 \times 7,4$  cm. Modul pzem-004t dibundel dengan kumparan trafo arus diameter 3mm yang dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal sebesar 100A [8].



**Gambar 2.4** Sensor PZEM-004T (Sumber : <https://innovatorsguru.com/ac-digital-multifunction-meter-using-pzem-004t/>)

Berikut spesifikasi dari sensor PZEM-004T :

- Fungsi pengukuran (voltage / tegangan, current / arus, active power).
- Power button clear / reset Energy (PZEM-004T V2.0)
- Power-down data storage function (cumulative power down before saving)
- Komunikasi Serial TTL
- Pengukuran Power / Daya : 0 ~ 9999kW
- Pengukuran Voltage / Tegangan : 80 ~ 260VAC
- Pengukuran Current / Arus : 0 ~ 100A