

# **Pengukuran Daya pada Saluran Distribusi 20 kV tanpa Kontak**

**Langsung**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



**Disusun oleh:**

**Arie Yunika Chandra**

**(13524116)**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta**

**2017**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PENGUKURAN DAYA PADA SALURAN DISTRIBUSI 20kV TANPA  
KONTAK LANGSUNG



Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu  
Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 23 Februari 2018

Tim Penguji,

Ketua

Dr. Warindi, S.T., M.Eng.

Anggota I

Almira Budiyanto, S.Si, M.Eng

Anggota II

RM Sisdamanto Adinandra, S.T., M.Sc., Ph.D

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro  
Universitas Islam Indonesia

Dr.Eng.Hendra Setiawan,S.T.,M.T.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL SKRIPSI UNTUK S1 TEKNIK ELEKTRO UII**



**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelara Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**

**Disusun oleh:**

**Arie Yunika Chandra**  
**13524116**



**Yogyakarta, 23-1-2018**

**Menyetujui,**

**Pembimbing 1**

**Firmansyah Nur Budiman, S.T., M.Sc.**  
**145240501**

**Pembimbing 2**

**Dr. Warindi, S.T., M.Eng.**  
**085240403**

## PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 23 Januari 2018



Arie Yunika Chandra

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengukuran Daya pada Saluran Distribusi 20 kV tanpa Kontak Langsung”. Dalam penyusunan skripsi ini, tidak sedikit hambatan yang penulis temui. Penulis juga menyadari bahwa kelancaran penyusunan skripsi ini tidak lain berkat bantuan, dorongan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Akhirnya dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berjasa dalam rangka penulisan tugas akhir ini, khususnya kepada :

1. Orang tuaku, Bapak Suhairi Soleh dan Ibu Hernawati yang telah memberikan semangat, motivasi, doa dan juga inspirasi dalam bentuk apapun.
2. Kakak serta adikku Novi Setiawati, Teddy Anggara, Rio Agustiawan dan Eristio Novar Ardheni yang senantiasa memberikan doa, motifasi, nasehat, saran, dan bantuan moril dan materiil.
3. Bapak Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T, M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia dan Bapak RM. Sisdarmanto Adinandra, S.T, M.Sc, Ph.D, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Firmansyah Nur Budiman, S.T., M.Sc. Selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, masukan dan mendampingi selama proses penyelesaian skripsi.
5. Bapak Dr. Warindi, S.T., M.Eng, selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, masukan dan sarannya.
6. Bapak Setyawan Wahyu Pratomo, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing sebelumnya yang sudah meluangkan waktu untuk membimbing.
7. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang telah membimbing penulis selama perkuliahan sehingga penulis bisa berada pada tahap ini.
8. Bima Ariawan Riffendi, yang selalu bersama dalam mengerjakan skripsi ini baik di lab maupun di lapangan.
9. Rita Lestari, Devi Rizkasari, , Ridho Y, Ibnu Adam, Rizal Tri R, Damara, Jaky, Lucky Arief Wibowo, Sigit J, Akbar P, sebagai sahabat yang selalu berbagi disaat suka maupun duka dari awal semester sampai dengan pengerjaan skripsi ini.

10. Saudara-saudaraku jurusan teknik elektro yang selalu mendukung, mendoakan dan membantu dalam pengerjaan skripsi ini.
11. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu, menyemangati, dan mendoakan dalam penyelesaian skripsi ini.

Yogyakarta, Januari 2018

Penulis

Arie Yunika Chandra

## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

GGL	: Gaya Gerak Listrik
MVA	: Mega Volt Amper
kV	: Kilo Volt
<i>Air Core</i>	: Inti Udara
<i>Microphony</i>	: Getaran mekanis pada kumparan yang mengakibatkan nilai induksi kurang stabil
<i>Weber</i>	: Satuan Fluks Magnetik (Wb)
Trafo <i>step-down</i>	: Trafo Penurun Tegangan
OCR	: <i>Over Current Relay</i>
<i>Grounding</i>	: Pentanahan

## ABSTRAK

Saluran distribusi di Indonesia masih menggunakan saluran udara dan pasti menghasilkan medan magnet disekitarnya. Kemudian pengukuran daya pada umumnya dilakukan secara langsung ke saluran yang bersangkutan dan tidak terlalu efisien karena harus mengukur menyentuh kabelnya. Oleh karena itu, peneliti merancang dan membuat alat penangkap medan magnet agar bisa mengetahui besar daya yang di keluarkan pada saluran distribusi. Alat ini memanfaatkan kawat enamel yang dililitkan pada sebuah pipa paralon yang berbentuk huruf U dan sebuah voltmeter, dimana jumlah lilitan dari kawat enamel tersebut sebanyak 12 lilitan. Alat tersebut dilakukan kalibrasi menggunakan bantuan OCR Meter agar mendapatkan sebuah persamaan untuk mencari berapa besar arus pada saluran distribusi tersebut. Kalibrasi dilakukan sebanyak 5 kali, pada setiap percobaan, untuk arusnya di naikkan sebesar 3 A – 15 A dan jarak dalam proses kalibrasi ini yaitu 1 – 5 meter. Dari proses kalibrasi didapatkan bahwa jarak yang paling optimal adalah 1 meter dari kawat yang di aliri arus. Kemudian untuk pengukuran dilapangan, jarak 4 meter dari kabel distribusi merupakan jarak yang paling optimal karena mengacu pada proses kalibrasi yang hanya sampai 5 meter saja. Dan tegangan yang didapatkan sekitar 2,308 V. Selanjutnya, tegangan 2,308 V dimasukkan kedalam persamaan yang telah didapatkan dari proses kalibrasi, maka daya yang terukur pada saluran distribusi tersebut sebesar 4,318 MVA. Dan tingkat akurasi dari pengukuran ini sebesar 0,9830.

*Kata kunci—magnetic Field meter, Saluran Distribusi*



# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1 Studi Literatur .....	3
2.2 Tinjauan Teori.....	5
2.2.1 Induksi elektromagnetik .....	5
2.2.2 Hukum Faraday.....	6
2.2.3 Gaya Lorentz.....	7
BAB 3 METODOLOGI.....	9
3.1 Perancangan Alat .....	9
3.1.1 Diagram Blok Sistem.....	9
3.1.2 Desain Alat .....	9
3.1.3 Alat dan Bahan.....	10
3.2 Penggunaan Alat .....	12

3.2.1 Kalibrasi pada Alat .....	12
3.2.2 Pengukuran Langsung di Lapangan.....	15
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>17</b>
4.1 Pengujian alat menggunakan teknik kalibrasi dengan bantuan alat OCR meter .....	17
4.2 Hasil Pegukuran di Saluran Distribusi 20 kV dengan Saluran 3 Fase.....	19
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>22</b>
5.1 Kesimpulan .....	22
5.2 Saran .....	22
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>23</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Konstruksi Trafo</i> .....	4
Gambar 2.2 Induktor dengan Inti Udara .....	5
Gambar 2.3 Gelombang Elektromagnetik.....	7
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem .....	10
Gambar 3.2 Desain alat Penangkap Medan Magnet .....	11
Gambar 3.3 Alat Penangkap Medan Magnet .....	12
Gambar 3.4 OCR Meter yang Belum Terhubung .....	13
Gambar 3.5 OCR Meter yang Saling Terhubung.....	13
Gambar 3.6 Kawat Tembaga Sepanjang 1 Meter .....	14
Gambar 4.1 Grafik Hasil Kalibrasi .....	17
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengukuran di Lapangan .....	19

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengujian Alat Menggunakan Teknik Kalibrasi dengan Bantuan OCR Meter .....	15
Tabel 4.2 Hasil Rata-Rata Kalibrasi Alat.....	16
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Dibawah Saluran Distribusi 20 kV dengan 3 Fase .....	17

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Seiring dengan perkembangan zaman dan pertumbuhan penduduk di daerah perkotaan khususnya daerah-daerah industri, mengakibatkan permintaan penambahan beban listrik pun meningkat. Khususnya di Indonesia penyaluran energi listrik masih banyak menggunakan saluran udara, dimana banyak kabel dan tiang listrik berada di pinggir jalan. Hal ini pasti menimbulkan dampak positif dan negatif, yang dimana dampak positifnya itu memudahkan pekerja melakukan pengecekan secara rutin baik mingguan, bulanan, bahkan tahunan.

Sedangkan dampak negatifnya yaitu mengganggu pemandangan dan adanya bahaya induksi magnetik dari kabel yang bisa mengganggu kesehatan manusia jika terpapar terus menerus. Akan tetapi, dari efek induksi magnetik tersebut bisa dilakukan pengukuran daya tanpa harus menyentuhnya. Hal ini bisa terjadi karena adanya teori dari gelombang elektromagnetik yang pertama kali dicetuskan oleh James Clerk Maxwell pada tahun 1831–1879.

Hipotesis dari Maxwell ini mempunyai tiga aturan dasar yaitu, yang pertama adalah muatan medan listrik bisa menghasilkan medan listrik disekitarnya yang dapat dijelaskan oleh hukum Coulumb. Kedua, ketika adanya arus listrik (muatan) yang mengalir, maka dapat menimbulkan medan magnet disekitarnya, hal ini mengacu pada hukum Bio-Savart. Dan yang ketiga yaitu adanya perubahan medan magnet yang bisa menimbulkan GGL induksi dan bisa menghasilkan medan listrik, hal ini mengacu pada hukum induksi Faraday.

Maka dari itu, berdasarkan hipotesis yang telah dicetus oleh Maxwell memunculkan teori yang berbunyi : karena perubahan medan magnet bisa menimbulkan medan listrik, maka hal ini berlaku kebalikannya yaitu perubahan medan listrik bisa menimbulkan perubahan medan magnet. Berdasarkan hipotesis Maxwell itulah yang akan digunakan untuk menjelaskan bagaimana terjadi gelombang elektromagnetik. Dan diharapkan dengan alat yang akan dibuat dapat menangkap medan magnet yang ada di saluran distribusi 20 kV milik PLN.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Belum tersedianya cara mengukur daya pada saluran distribusi 20 kV yang mudah.

## **1.3 Batasan Masalah**

Didalam penelitian ini mempunyai tiga batasan masalah yang akan menjadi suatu batasan dalam menyelesaikan tugas akhir penelitian ini. Berikut merupakan batasan masalahnya :

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada saluran distribusi milik PLN yang bertegangan 20 kV.
2. Mengukur daya pada saluran distribusi 20 kV secara tidak langsung dengan memanfaatkan arus yang mengalir dan tegangannya sudah dianggap 20 kV.
3. Merancang alat menggunakan prinsip trafo dengan inti udara menggunakan kawat enamel.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah mengembangkan cara baru untuk mengukur daya pada saluran distribusi 20 kV tanpa harus menyentuhnya memanfaatkan medan magnet yang ada disekitar kabel.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang di dapat dari penelitian ini adalah diharapkan dengan alat yang akan dibuat memungkinkan untuk mengukur daya dengan mudah pada saluran distribusi yang bertegangan 20 kV tanpa harus menyentuhnya, menggunakan metode resonansi medan elektromagnetik.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

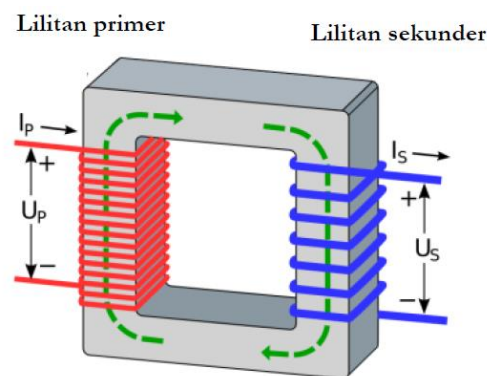
#### **2.1 Studi Literatur**

Pada tinjauan pustaka berikut terdapat berbagai jurnal orang yang telah melakukan penelitian dan menjadi acuan terhadap penelitian ini. Menurut Maxwell [1], James Clerk Maxwell (1831–1879) telah melakukan percobaan dan mempunyai pendapat bahwasanya didalam kawat PQ akan terjadi perubahan tegangan berupa besaran dan arah. Hal ini menjadikan didalam kawat PQ itu ada sejenis elektron yang berpindah dengan cara keluar masuk, dan dapat disimpulkan di dalam kawat PQ ini mempunyai getaran listrik. Berdasarkan perubahan tegangan inilah yang dapat membangkitkan medan listrik didalam ruangan yang berada disekeliling kawat, sedangkan arus listrik berubah yang kemudian bisa menimbulkan perubahan pada medan magnet.

Dari proses berubahnya medan listrik inilah yang nantinya bisa memunculkan medan magnet yang labil dan berubahnya medan magnet tadi akan memunculkan medan listrik kembali. Kemudian induktansi akan timbul dikarenakan oleh arus listrik sehingga memunculkan medan magnet (penjelasan dapat dijumpai pada hukum *Biot-Savart*). Hukum *Biot-Savart* mengatakan bahwasanya arus listrik menghasilkan gaya gerak listrik yang mengalir pada sebuah penghantar dan harus berada ditengah medan magnet.

Kemudian ada penelitian dari [2], yang menyatakan bahwa listrik dan magnet itu adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan, misalnya dapat dicontohkan dari suatu trafo yang mempunyai dua lilitan dan tidak saling bersentuhan, kemudian dililitkan pada suatu inti besi, jika salah satu dari lilitan tadi dialiri arus bolak-balik maka dapat memunculkan medan magnet yang berada di sekeliling penghantar tersebut dan aliran arus listriknya akan mengikuti alur dari suatu ujung penghantar menuju ujung yang satunya, maka dapat memunculkan GGL induksi, arah dari GGL induksi tadi yang dapat menentukan arah arus listrik yang bergerak dipenghantar tersebut. Gaya Gerak Listrik (GGL) induksi yang bergerak melewati inti besi dan kemudian menginduksi kumparan yang disebelahnya. Semua Gaya Gerak Listrik (GGL) induksi pasti membawa energi yang berisi medan listrik, jadi kumparan yang sudah terinduksi elektromagnetik akan membangkitkan energi listrik lainnya, sehingga besar energi listrik yang muncul pasti berbanding lurus dengan besaran induksi magnetik yang sudah diterima dan besar induksi magnetik yang di terimanya juga berbanding lurus dengan sedikit banyaknya lilitan yang ada pada kumparan itu.

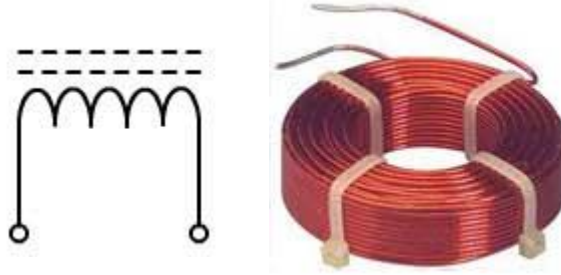
Dari penjabaran di atas dapat di simpulkan bahwa magnet dan listrik adalah dua hal yang saling berkaitan satu sama lainnya. Kemudian medan magnet dapat dikatakan lebih aman bagi manusia jikalau membandingkannya dengan medan listrik, jadi dalam melakukan proses transfer daya listrik itu lebih sesuai jika memanfaatkan induksi magnet. Tetapi, efisiensi yang ada ditrafo tersebut akan berkurang jika menjauhkan jarak antar lilitanya. Untuk menangani hal ini, bisa menggunakan rangkaian resonator yang bertujuan untuk memunculkan resonansi antar induksi magnet. Gambar 2.1 menunjukkan proses induksi magnetik di trafo.



**Gambar 2.1 Induksi Magnetik di Trafo [2]**

Kemudian penelitian dari [3], membahas tentang induktor dengan inti udara (air core) dimana induktor jenis ini tidak menggunakan inti magnet berupa apapun [4], yang dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah. *Air core* bisa juga diartikan sebagai jenis induktor yang tidak menggunakan inti yang berbahan magnetik, sehingga kumparan yang dililitkan pada suatu kayu atau benda non-magnetik lainnya dapat dikategorikan jenis ini. Karena ketiadaan inti besi, induktor jenis ini akan mempunyai nilai yang sangat kecil untuk distorsi magnetiknya, nilai induktansinya pun sangat kecil, sehingga untuk mencapai nilai induktansi yang besar, maka diperlukan kumparan yang besar juga [4]. Kelemahan dari induktor jenis ini adalah karena tidak adanya inti yang solid, maka tidak ada yang menopang kumparan dengan kuat, sehingga seringkali memunculkan efek yang disebut dengan *microphony*, yaitu getaran mekanis pada kumparan yang bisa mengakibatkan nilai induktansi kurang stabil. Gambar 2.2 menunjukkan induktor dengan inti udara.





**Gambar 2.2 Induktor dengan Inti Udara**

Kemudian penelitian dari [5] menyatakan bahwa didalam sistem tenaga, medan magnet terjadi di sekitar konduktor yang kemudian akan membawa arus. Bila arus naik, maka medan magnet juga akan naik secara alami. Medan magnet menginduksi tegangan pada konduktor dan bahan dielektrik yang ditempatkan di dalam medan [6]. Tegangan induksi ini menyebabkan aliran arus pada benda yang bisa membahayakan kehidupan. Hal ini didefinisikan untuk menjaga kesehatan manusia agar tetap aman dan mempertimbangkan nilai-nilai ini saat merancang sebuah sistem yang terdiri dari konduktor pembawa arus.

## **2.2 Tinjauan Teori**

### **2.2.1 Induksi elektromagnetik**

Michael Faraday (1791-1867) merupakan ilmuwan dari Negara Inggris, yang mempunyai spekulasi yang menyatakan bahwasanya medan magnet itu seharusnya bisa membangkitkan arus listrik. Dari percobaan yang telah dilakukan oleh Michael Faraday, menunjukkan bahwasanya gerakan magnet yang berada di dalam kumparan bisa membuat jarum galvanometer menjadi menyimpang. Jikalau kutub utara dari magnet yang digerakkan mendekati kumparan, maka jarum galvanometer tersebut akan menyimpang ke arah kanan. Jika magnetnya diam di dalam kumparan itu, maka jarum galvanometer tadi tidak menyimpang.

Kemudian kalau kumparan digerakkan menjauhi kutub utara magnet, maka jarum galvanometer yang semula diam akan menyimpang ke arah kiri. Penyimpangan dari jarum galvanometer dapat menunjukkan kalau di kedua ujung kumparannya memiliki arus listrik. Kemudian peristiwa timbulnya arus listrik seperti inilah yang sering disebut dengan induksi elektromagnetik. Selanjutnya, peristiwa terjadinya Gaya Gerak Listrik (GGL) induksi dapat dijelaskan sebagai berikut, jikalau seseorang mendekati kumparan ke kutub utara magnetnya, maka dari itu jumlah garis gaya yang akan masuk ke kumparan menjadi banyak. Dari perubahan

jumlah garis gaya inilah yang bisa membuat terjadinya penyimpangan pada jarum galvanometer. Selanjutnya hal yang serupa juga akan terjadi kalau magnet diletakkan dan digerakkan menuju luar dari kumparan tersebut. Tetapi, arah dari simpangan jarum galvanometer tersebut akan berbeda dari penyimpangan semula. Hal ini, dapat disimpulkan kalau penyebab munculnya Gaya Gerak Listrik (GGL) induksi ialah berubahnya suatu garis gaya magnet yang dimana kumparan melingkupi semuanya.

### **2.2.2 Hukum Faraday**

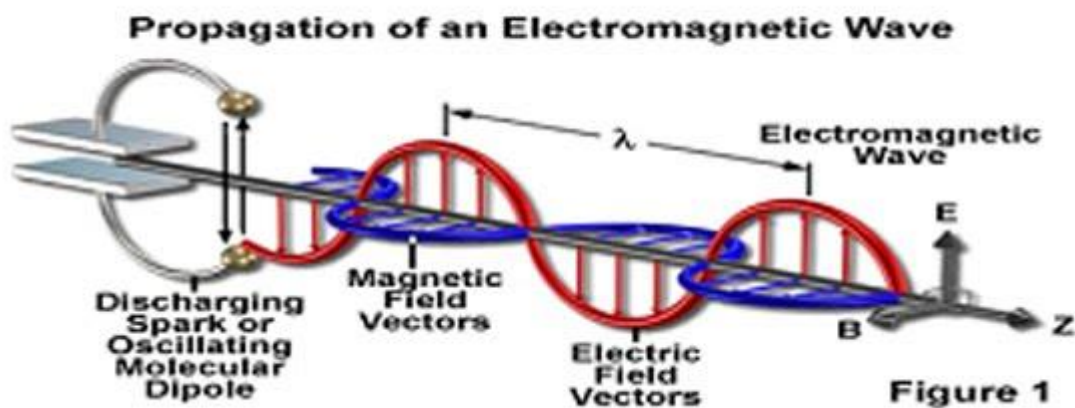
Faraday menyatakan bahwa besar dari Gerak Gaya Listrik (GGL) induksi pada kedua buah ujung sebuah kumparan itu berbanding lurus dengan laju dari perubahan fluks magnetik yang berada dilingkup kumparan tersebut. Berarti, semakin cepat terjadi perubahan pada fluks magnetik, maka semakin besar Gaya Gerak Listrik (GGL) induksi yang muncul. Fluks Magnetik merupakan kerapatan dari garis gaya yang berada dalam medan magnet, yang berarti fluks magnetiknya berada dipermukaan yang lebih luas tetapi kerapatannya rendah dan kuat medan magnetiknya ( $B$ ) lebih lemah, sedangkan di permukaan yang sempit kerapatannya, untuk fluks magnet akan lebih besar dan kuat medan magnetiknya ( $B$ ) lebih kuat. Untuk satuan internasional, besaran fluks magnetik diukur dapat diukur dalam weber, bisa singkat Wb dan dapat diartikan menjadi suatu medan magnet yang sama mempunyai fluks magnetik sebesar 1 weber, jika seseorang mempunyai suatu penghantar yang memotong garis-garis gaya magnetik selama 1 detik, maka dapat memunculkan Gaya Gerak Listrik (GGL) sebesar 1 volt.

Maka dari itu, prinsip dasar listrik magnet yang telah dibahas di atas dan tidak lupa memperhitungkan konsep simetri yang sudah berlaku didalam hukum alam, James Clerk Maxwell sendiri akhirnya membuat suatu usulan. Usulan tersebut yaitu, jika medan magnet yang berubah terhadap satuan waktu akan membangkitkan medan listrik, maka dari itu hal serupa akan terjadi jika berlaku kebalikannya. Jadi, Maxwell menggagaskan kalau medan listrik yang berubah terhadap satuan waktu itu bisa menghasilkan medan magnet. Kemudian gagasan dari Maxwell tersebut menjadi hukum ketiga yang akan menggabungkan antara kemagnetan dan kelistrikan. Maka dari itu, prinsip yang ketiga ialah medan listrik yang bisa berubah terhadap waktu akan membangkitkan medan magnet. Dan dari prinsip ketiga ini yang telah digagas oleh Maxwell pada dasarnya merupakan menindak lanjuti rumusan hukum Ampere. Jadi sekarang dikenal dengan prinsip Hukum Ampere-Maxwell.

Lalu dari ketiga prinsip dasar kelistrikan dan kemagnetan yang sudah dijabarkan, Maxwell akhirnya melihat ada suatu pola dasar. Yaitu medan magnet yang berganti-ganti terhadap satuan waktu bisa membangkitkan medan listrik yang juga nantinya berganti-ganti terhadap satuan waktu

dan medan listrik yang telah berganti terhadap waktu juga bisa membangkitkan medan magnet. Kalau proses ini dilanjutkan secara terus-menerus, maka bisa membangkitkan medan magnet dan medan listrik secara terus-menerus. Kalau medan magnet dan medan listrik ini secara bersamaan merambat di dalam sebuah ruang dan ke segala arah, maka bisa dipastikan kalau hal ini adalah gejala dari gelombang. Gelombang semacam inilah yang sering disebut gelombang elektromagnetik, karena gelombang ini tersusun dari medan listrik dan medan magnet yang merambat kesegala arah dalam ruang.

Pada awalnya gelombang elektromagnetik masih menjadi suatu gagasan dari Maxwell, dengan firasatnya ia mampu melihat ada suatu pola dasar didalam kemagnetan dan kelistrikan, seperti yang telah dibahas di atas. Akhirnya hal ini dapat menjadikan J.C Maxwell sebagai penemu dan merumuskan dasar-dasar gelombang elektromagnetik. Lalu, Hertz melakukan sebuah percobaan dan dia telah berhasil membangkitkan gelombang elektromagnetik dan dapat dideteksi oleh bagian penerima. Dari percobaan inilah dia berhasil membuktikan kalau gelombang elektromagnetik yang awalnya cuma berupa gagasan teoritis dari Maxwell, akhirnya benar adanya dan sekaligus dapat membuat teori Maxwell tentang gelombang elektromagnetik menjadi lebih kuat. Gambar 2.3 menjelaskan bagaimana bentuk gelombang elektromagnetik.



Gambar 2.3 Gelombang elektromagnetik [7]

### 2.2.3 Gaya Lorentz

Gaya Lorentz merupakan gaya yang ditimbulkan oleh muatan listrik yang bergerak atau oleh arus listrik yang berada dalam suatu medan magnet (B). Jika ada sebuah penghantar yang dialiri arus listrik dan penghantar tersebut berada dalam medan magnetik maka akan timbul gaya yang disebut dengan nama gaya magnetik atau dikenal juga nama gaya lorentz. Arah dari gaya lorentz ini akan selalu tegak lurus dengan arah kuat arus listrik (I) dan induksi magnetik (B) yang

ada. Arah gaya ini akan mengikuti arah maju skrup yang diputar dari vektor arah gerak muatan listrik ( $v$ ) ke arah medan magnet ( $B$ ), seperti yang terlihat dalam persamaan 2.1 berikut:

$$F = q(E + v + B) \quad (2.1)$$

Dari persamaan Gaya Lorentz 2.1,  $F$  adalah gaya dalam satuan newton dan  $q$  merupakan muatan listrik dalam satuan coloumb.  $E$  adalah tegangan listrik, sedangkan  $v$  merupakan arah kecepatan muatan dalam satuan m/s dan  $B$  ialah medan magnet dalam Tesla. Dan untuk medan magnet sendiri itu persamaannya pada 2.2 :

$$F = q(v \times B) \quad (2.2)$$

Kemudian berikut ini merupakan rumus beserta turunan dari medan magnet :

$$2\pi x H_x = I \text{ (A/m)} \quad (2.3)$$

Kuat Medan :  $H_x = \frac{I}{2\pi x} \text{ (A/m)} \quad (2.4)$

Rapat Fluks :  $B = \frac{\pi I}{2\pi x} \text{ (Weber/m}^2\text{)} \quad (2.5)$

Turunan Fluks Terhadap Jarak :  $d\phi = \frac{\mu I}{2\pi x} dx \text{ (Weber/meter)} \quad (2.6)$

$$\phi = \int_{D1}^{D2} \frac{\mu I}{2\pi x} dx = \frac{\mu I}{2\pi} \ln \frac{D2}{D1} \quad (2.7)$$

Keterangan:

$\phi$  : Fluks dalam bentuk voltase

$I$  : Arus yang ada di kawat 20kV

$D2$  : Jarak Ukur

$D1$  : Jari-Jari Kawat

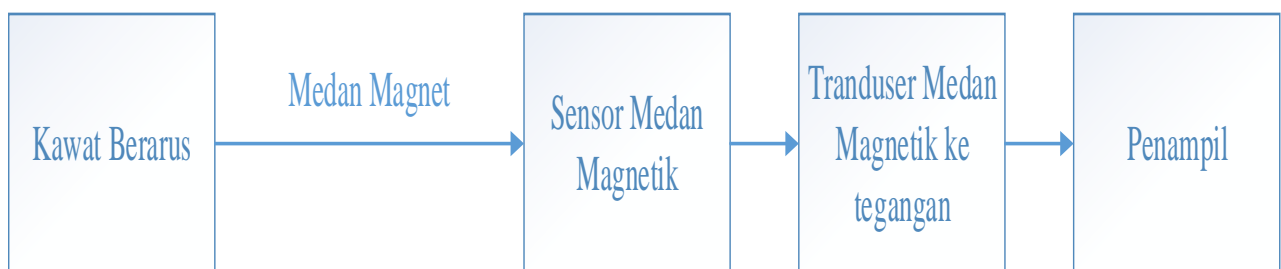
## BAB 3

### METODOLOGI

#### 3.1 Perancangan Alat

##### 3.1.1 Diagram Blok Sistem

Gambar 3.1 merupakan diagram blok sistem atau cara kerja dari alat penangkap medan magnet yang akan dibuat:



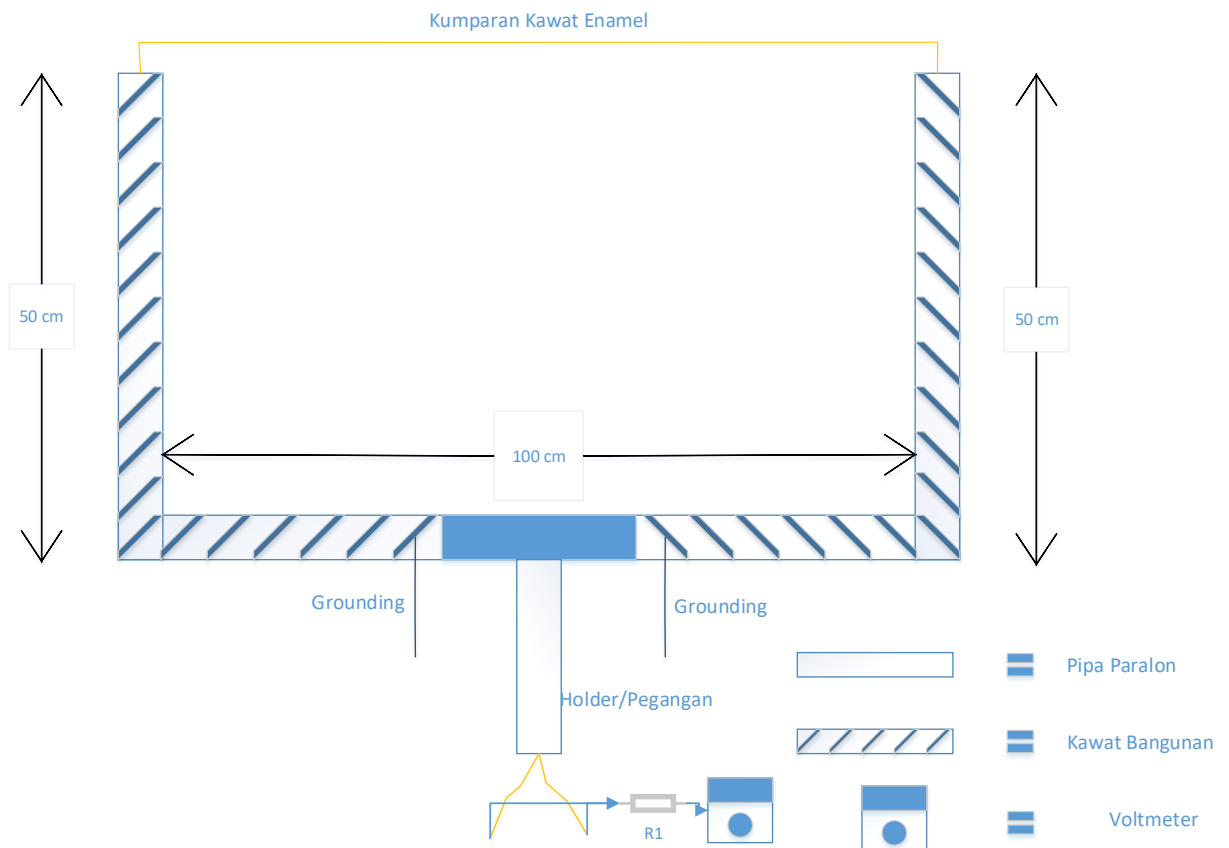
**Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem**

Berikut merupakan penjelasan dari diagram blok pada Gambar 3.3 :

Kawat berarus merupakan saluran distribusi 20 kV milik PLN yang kemudian memancarkan medan magnet pada saluran tersebut. Selanjutnya medan magnet akan ditangkap oleh sensor medan magnetik yang merupakan alat penangkap medan magnet yang akan dibuat. Kemudian satuan medan magnet yaitu A/m dirubah menjadi tegangan (V) pada tranduser medan magnet. Setelah dirubah ke tegangan, barulah penampil akan menampilkan berapa besar tegangannya. Untuk tranduser medan magnet dan penampil itu merupakan volmeter yang digunakan untuk mengukur.

##### 3.1.2 Desain Alat

Setelah semua bahan-bahan yang diperlukan sudah terkumpul maka langkah selanjutnya yaitu mendesain alat yang ingin dibuat. Gambar 3.2 merupakan desain alat penangkap medan magnet:



**Gambar 3.2 Desain Alat Penangkap Medan Magnet**

Seperti yang terlihat pada Gambar 3.1 peneliti memilih bentuk huruf U itu sebenarnya sama dengan bentuk lingkaran, akan tetapi kalau bentuknya lingkaran maka bagian yang terkena medan magnet hanya sedikit. Hal inilah yang membuat peneliti memilih bentuk desain alatnya berbentuk kotak atau huruf U. Kemudian lebar dari alat ini berukuran 1 meter karena untuk memudahkan proses perhitungan. Hal ini mengacu pada satuan dari medan magnet yaitu A/m. Kemudian disekeliling pipa paralon tersebut di lilitkan kawat bangunan agar memastikan yang terpapar medan magnet hanya bagian 1 meter yang berada diluar pipa paralon. Lalu keluaran dari alat penangkap medan magnet akan dihubungkan ke resistor yang nantinya akan menjadi beban agar mendapatkan arus.

### 3.1.3 Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini peneliti akan menggunakan alat dan bahan sebagai berikut:

#### 1. Pipa Paralon

Pipa paralon dengan diameter 15 mm akan di bagi beberapa bagian, yaitu: 1 buah pipa paralon sepanjang 1 meter yang kemudian dibagi menjadi 2 bagian agar bisa

disambungkan menggunakan penyambung pipa berbentuk huruf T. Kemudian 2 buah pipa paralon sepanjang 50 cm yang nantinya akan disambung ke pipa paralon 1 meter yang tadi menggunakan penyambung pipa berbentuk huruf L. Terakhir 1 buah pipa paralon sepanjang 10 cm untuk dijadikan pegangan yang disambungkan ke penyambung pipa berbentuk huruf T yang sebelumnya. Nanti, pipa tersebut akan berbentuk huruf U dimana dalam pipa paralon tersebut akan dimasukkan kawat enamel.

2. Kawat Enamel ukuran 0,83 mm

Kawat enamel akan dibuat membentuk persegi panjang atau berbentuk huruf U menyesuaikan bentuk dari pipa paralon yang sudah dibuat sebelumnya. Kawat enamel tersebut akan dimasukkan secara langsung kedalam pipa mulai dari bagian bawah pegangan pipa paralon tanpa ada kawat yang harus terpotong. Maksudnya dari bawah pegangan pipa paralon yaitu, memasukan kawatnya dari bagian penyambung pipa paralon yang berbentuk huruf T. Dan ketika gulungan kawat enamel sudah masuk seluruhnya, didapatkanlah 12 lilitan dan dengan panjang kawat  $\pm 36$  meter.

3. Kawat bangunan ukuran 2 mm

Kawat bangunan ini akan digunakan untuk dililitkan ke seluruh bagian pipa paralon. Pada tahap ini diusahakan kawatnya dibuat serapat mungkin agar nantinya yang terkena paparan medan magnet adalah bagian kawat enamel yang tidak terbungkus oleh pipa paralon. Dan juga fungsi dari kawat bangunan ini nantinya bisa di jadikan *grounding*.

4. Multimeter

Multimeter disini berfungsi sebagai transduser dari medan magnet ke tegangan dan merupakan alat penampil berapa tegangan yang didapatkan saat dilakukan pengukuran baik mulai dari kalibrasi sampai pengukuran dilapangan.

5. Kabel Jumper Capit Buaya.

Kabel jumper nantinya akan digunakan untuk menyambung kawat enamel yang berada di luar pipa paralon yang tepatnya di bagian penyambung pipa paralon berbentuk huruf U ke sebuah kabel positif (+) yang ada pada multimeter, kemudian bagian kabel negatif (-) dari multimeter akan disambung dengan kabel jumper menuju kawat bangunan yang berfungsi sebagai *grounding*.

6. OCR Meter

OCR Meter disini berfungsi sebagai alat bantu untuk tahap kalibrasi ketika alat penangkap medan magnetnya sudah jadi. Nantinya OCR Meter disini akan menghantarkan arus dan tegangan yang kemudian ditangkap oleh alat yang sudah dibuat atau alat penangkap medan magnetnya.

## 7. Resistor

Resistor disini berperan sebagai beban yang nantinya digunakan untuk mengukur arus saat dilapangan.

Alat ini nantinya akan bekerja pada tegangan yang paling rendah yaitu sebesar 9 V dan arusnya paling kecil yaitu sebesar 3 A. Kalau arusnya dibawah 3 A, maka hasil pengukurannya kurang optimal atau tidak terbaca oleh alatnya. Lalu alat ini akan bekerja pada frekuensi sekitar 50 Hz.

Gambar 3.3 berikut ini menunjukkan alat penangkap medan magnet yang sudah dibuat, mulai dari pipa yang sudah berbentuk huruf U, kemudian kawat enamel yang sudah berada didalam pipa paralon, dan kawat bangunan berada diseluruh bagian luar pipa paralon:



**Gambar 3.3 Alat Penangkap Medan Magnet**

## 3.2 Penggunaan Alat

### 3.2.1 Kalibrasi pada Alat

Pada tahap ini penguji akan melakukan kalibrasi terhadap alat yang sudah dibuat sebelumnya agar pada saat pengukuran dilapangan nanti, hasil dari pengukurannya itu dapat dicocokkan terhadap hasil dari kalibrasi yang akan dilakukan dan dari proses ini nantinya akan



mendapatkan sebuah persamaan untuk mengetahui berapa besar arusnya. Berikut merupakan langkah-langkah kalibrasi pada alat:

1. Siapkan OCR Meter beserta 1 buah trafo step-down yang terkoneksi dengan saluran PLN 220V. Kemudian siapkan 1 buah kawat terbuka sepanjang 1 meter untuk di aliri arus yang nantinya akan ditangkap oleh alat yang sudah dibuat.
2. Setelah semua alat terbungkus lalu siapkan alat penangkap medan magnet yang sudah dibuat sebelumnya dan multimeter yang telah terkoneksi dengan alat penangkap medan magnetnya, lalu kawat bangunan harus terhubung ke ground.
3. Kalibrasi akan dilakukan sebanyak 5 kali dengan mengganti tegangan dan arusnya pada OCR meter. Jarak alat penangkap medan magnet terhadap kawat yang telah di aliri arus itu masing-masing 1-5 meter.
4. Yang pertama, menggunakan tegangan sebesar 9V dan arusnya 3A, kedua tegangannya sebesar 18V dan arusnya 4A, ketiga dengan tegangan sebesar 24V dan arusnya 5A, keempat menggunakan tegangan sebesar 49V dan arusnya 10A, dan yang terakhir untuk tegangannya itu 75V kemudian arusnya 15A.
5. Lalu dari hasil kalibrasi tadi, akan dicari persamaannya untuk menghitung data lapangan yang nantinya akan didapat dari pengukuran di bawah saluran distribusi.

Untuk persamaannya sendiri peneliti memanfaatkan regresi linier berganda yang merupakan hubungan secara linear antara dua atau lebih variabel independen ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) dengan variabel dependen ( $Y$ ). Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen apakah masing-masing variabel independen berhubungan positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan. Data yang digunakan biasanya berskala interval atau rasio.

Persamaan regresi linear berganda sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (3.1)$$

Keterangan:

Y : Variabel dependen (nilai yang dipresiksikan)

a : Konstanta ( nilai Y apabila  $X_1, X_2, \dots, X_n = 0$ )

$X_1$  dan  $X_2$  : Variabel independen

b : Koefisien regresi (nilai peningkatan atau penurunan)

Dalam hal ini peneliti menggunakan Ms. Excel yang memiliki bantuan *linest function* dimana fungsinya yaitu untuk mencari regresi linier dari data kalibrasi yang sudah dilakukan sebelumnya. Persamaan dari *linest function* sendiri yaitu :

$$Y = m_1X_1 + m_2X_2 + \dots + b \quad (3.2)$$

Keterangan:

Y : Variabel dependen (nilai yang dipresiksikan)

b : Konstanta ( nilai Y apabila  $X_1, X_2, \dots, X_n = 0$ )

m : Koefisien regresi (nilai peningkatan atau penurunan)

$X_1$  dan  $X_2$  : Variabel independen

Dibawah ini merupakan gambar dari OCR meter secara nyata mulai dari yang belum terhubung sampai sudah terhubung:

1. OCR meter beserta trafo step-down



**Gambar 3.4 OCR Meter yang Belum Terhubung**

2. OCR meter yang sudah terhubung satu sama lain



**Gambar 3.5 OCR Meter yang Saling Terhubung**

3. Kawat 1 meter yang sudah terhubung dengan OCR meter



**Gambar 3.6 Kawat Tembaga Sepanjang 1 Meter**

### **3.2.2 Pengukuran Langsung di Lapangan**

Pada tahap ini peneliti akan terjun langsung ke lapangan untuk mengukur berapa tegangan yang ada pada saluran distribusi 20 kV tersebut dengan kabel 3 fase yang tinggi dari tiang listriknya yaitu sekitar 9 meter dan berikut langkah-langkahnya:

1. Siapkan alat penangkap medan magnet yang telah dibuat beserta multimeternya.
2. Kemudian sambungkan antara alat dengan multimeter menggunakan capit buaya dan kawat bangunan harus terhubung ke ground menggunakan paku karena di tanah.
3. Lalu pengukuran akan dilakukan sebanyak 5 kali di setiap jarak, misalnya di jarak 7 meter dari kabel kita melakukan 5 kali pengukuran dan seterusnya, dengan ketinggian maksimal 5 meter dari permukaan tanah yang berarti dengan jarak 4 meter dari kabel saluran distribusinya.
4. Setelah itu, jarak alat penangkap medan magnet akan dikurangi 1 meter setiap pengukurannya. Sampai jarak 1 meter dari tanah yang berarti dengan jarak 8 meter dari kabel saluran distribusinya.

Setelah semua data sudah lengkap, maka langkah selanjutnya akan menghitung daya semu dari saluran distribusi 3 fase tersebut. Berikut rumus daya semu yang dipakai:

Daya semu dapat dihitung dengan rumus :

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \quad (3.3)$$

Keterangan:

S : Daya semu (VA)

V : Tegangan 20kV

I : Arus (A)

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengujian alat menggunakan teknik kalibrasi dengan bantuan alat OCR meter

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya tentang bagaimana cara penggunaan OCR meter, maka Tabel 4.1 merupakan dari hasil kalibrasi yang telah dilakukan oleh peneliti dan Dari Tabel 4.2 terlihat 5 kali percobaan yang di rata- ratakan:

**Tabel 4.1 Pengujian Alat Menggunakan Teknik Kalibrasi dengan Bantuan Alat OCR Meter**

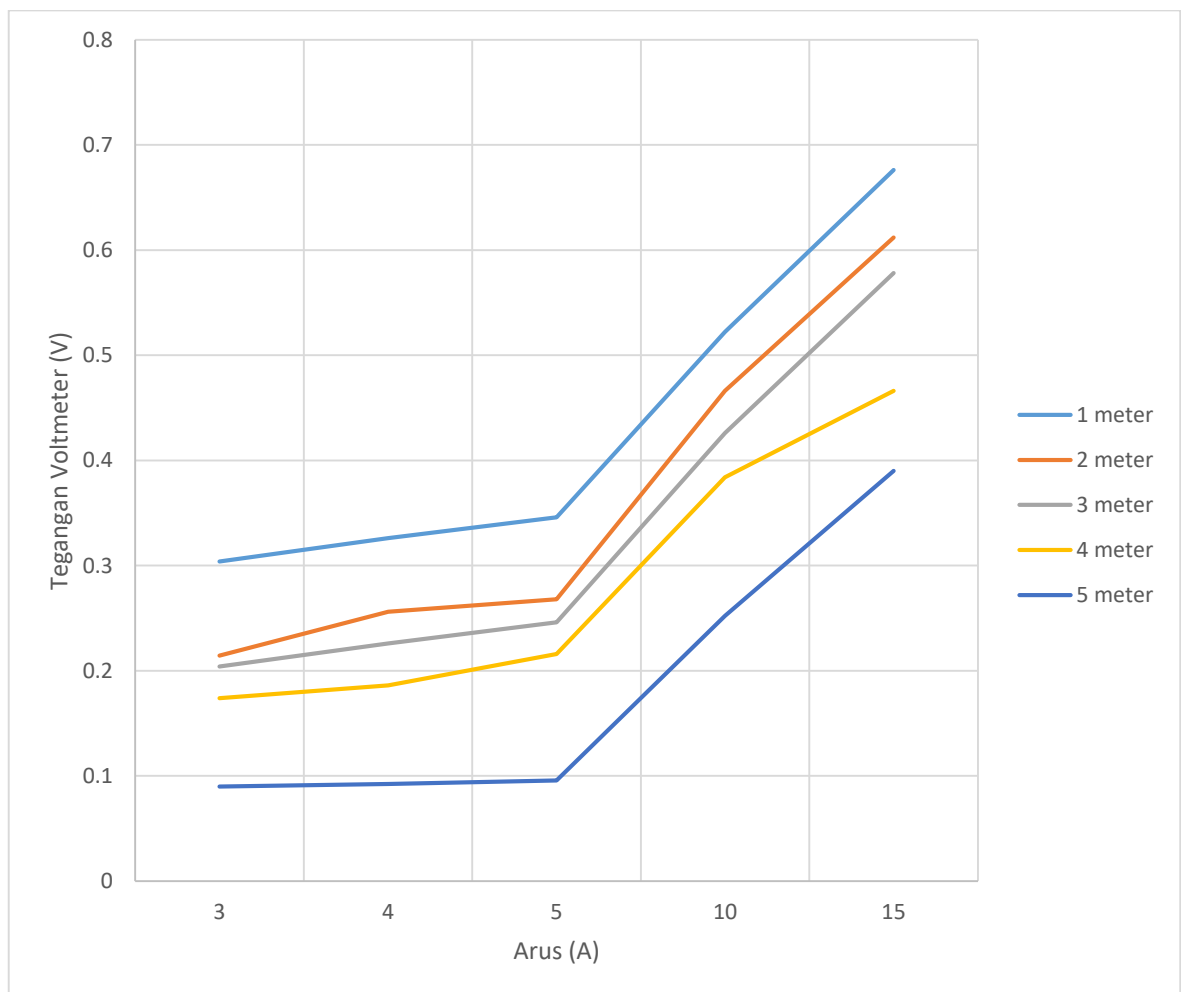
No	Keluaran OCR Meter		Tegangan Terukur (V)					Jarak Pengukuran
	Tegangan	Arus	I	II	III	IV	V	
1	9V	3A	0,3	0,3	0,31	0,3	0,31	1 Meter
			0,25	0,25	0,24	0,25	0,25	2 Meter
			0,2	0,21	0,2	0,2	0,21	3 Meter
			0,17	0,17	0,18	0,17	0,18	4 Meter
			0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	5 Meter
2	18V	4A	0,32	0,33	0,33	0,32	0,33	1 Meter
			0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	2 Meter
			0,22	0,23	0,22	0,23	0,23	3 Meter
			0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	4 Meter
			0,092	0,092	0,093	0,092	0,092	5 Meter
3	24V	5A	0,35	0,34	0,34	0,35	0,35	1 Meter
			0,27	0,27	0,27	0,27	0,26	2 Meter
			0,25	0,24	0,24	0,25	0,25	3 Meter
			0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	4 Meter
			0,096	0,096	0,095	0,096	0,095	5 Meter
4	49V	10A	0,52	0,52	0,53	0,52	0,52	1 Meter
			0,47	0,47	0,46	0,46	0,47	2 Meter
			0,43	0,43	0,42	0,42	0,43	3 Meter
			0,38	0,38	0,39	0,39	0,38	4 Meter
			0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	5 Meter
5	75V	15A	0,68	0,68	0,68	0,67	0,67	1 Meter
			0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	2 Meter
			0,58	0,58	0,57	0,58	0,58	3 Meter
			0,46	0,47	0,47	0,47	0,46	4 Meter
			0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	5 Meter

Dari Tabel 4.2 terlihat 5 kali percobaan yang di rata- ratakan:

**Tabel 4.2 Hasil Rata-Rata Tegangan Kalibrasi Alat**

Arus (A)	Percobaan Kalibrasi Alat (V)				
	1 Meter	2 Meter	3 Meter	4 Meter	5 Meter
3	0,304	0,2144	0,204	0,174	0,09
4	0,326	0,256	0,226	0,186	0,0922
5	0,346	0,268	0,246	0,216	0,0956
10	0,522	0,466	0,426	0,384	0,252
15	0,676	0,612	0,578	0,466	0,39

Dari Tabel 4.2 yang merupakan hasil rata-rata tegangan kalibrasi pada alat, Gambar 4.1 berikut ini menunjukkan sebuah grafik yang mencakup semua data, berikut grafiknya:



#### Gambar 4.1 Grafik Hasil Kalibrasi

Seperti yang terlihat pada grafik Gambar 4.1 bahwa puncak dari pengukuran kalibrasi alat terletak pada jarak 1 meter dari kawat yang sudah dialiri arus sebesar 15A dengan tegangan 75V dan tegangan yang terbaca di multimeter yaitu sekitar 0,676. Dan yang paling rendah itu pada arus sebesar 3A dengan tegangan sebesar 9V yang kemudian hasil dari pembacaan multimeternya sekitar 0,09 V. Ketika pada arus 3A - 5A itu kenaikan tegangannya tidak terlalu signifikan, sedangkan ketika arusnya 10A – 15A menyebabkan tegangan naik secara signifikan sehingga terlihat jelas pada tabel 4.1. Kemudian dalam pengukuran ini, jarak lebih dari 5 meter dari kawat berarus sudah tidak optimal lagi karena arus yang di hantarkan itu terlalu kecil sehingga medan magnetnya tidak tertangkap oleh alat penangkap medan magnet. Semua ini tergantung dari arus yang dialiri apakah besar atau kecil. Hal ini mengacu pada hukum Bio-Savart yang mengatakan bahwa semakin besar kuat arus maka semakin besar pula medan magnetnya. Setelah data sudah lengkap maka, selanjutnya mencari persamaan untuk mengetahui seberapa besar arus (I) yang ada pada saluran distribusi 20 kV dengan memanfaatkan *linest function* yang ada pada MS. Excel yang sudah dijelaskan sebelumnya. Berikut merupakan persamaan yang diperoleh dari bantuan *linest function* :

Maka arusnya dapat dihitung dengan persamaan :

$$I = 1,86V_m + 32,232j - 8,541 \quad (4.1)$$

Keterangan:

I : Arus (A)

$V_m$  : Tegangan yang terbaca di voltmeter (V)

j : Jarak antara alat ukur dan kabel (meter)

Melalui MS. Excel juga dapat mengetahui tingkat linear dari data arus dan tegangan itu sebesar 98,30%.

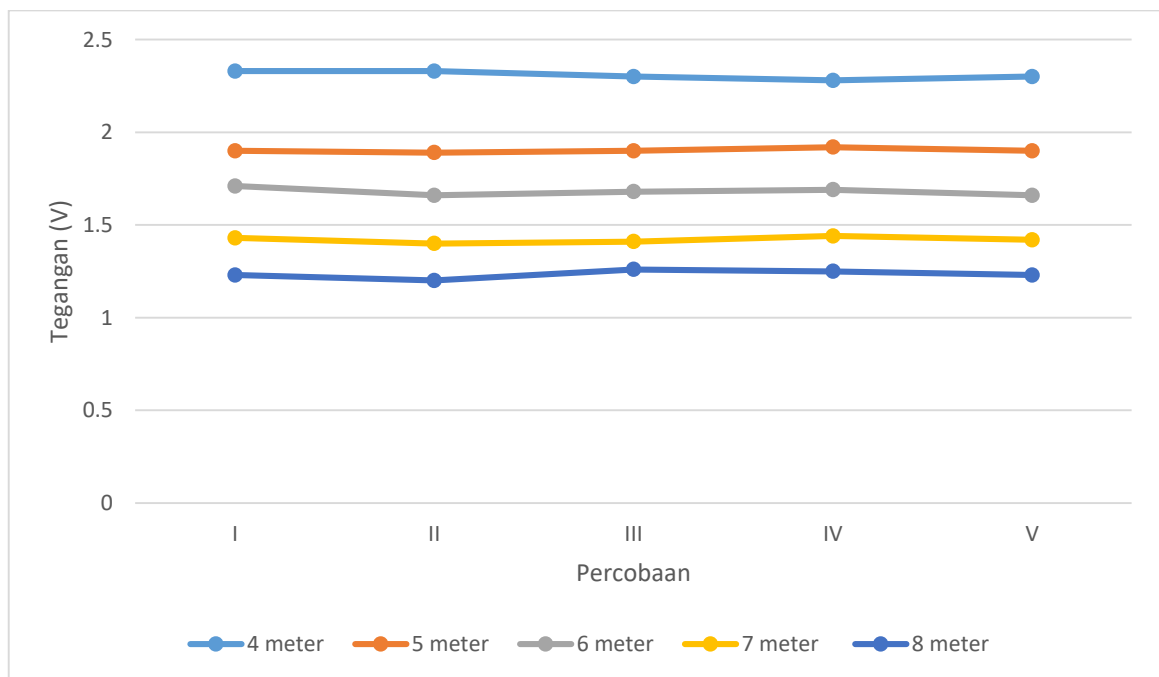
#### 4.2 Hasil Pegukuran di Saluran Distribusi 20 kV dengan Saluran 3 Fase

Setelah memiliki data dari kalibrasi alat dan persamaannya juga sudah didapatkan maka, peneliti akan mengambil langsung data dari lapangan dengan menggunakan alat penangkap medan magnet yang telah dibuat sebelumnya. Tabel 4.3 berikut ini menunjukkan hasil pengukuran disaluran distribusinya:

**Tabel 4.3 Hasil Pengukuran di Bawah Saluran Distribusi 20 kV dengan 3 Fase**

No	Jarak dari Kabel	Tegangan Terukur (V)				
		Uji I	Uji II	Uji III	Uji IV	Uji V
1	4 meter	2,33	2,33	2,3	2,28	2,3
2	5 meter	1,9	1,89	1,9	1,92	1,9
3	6 meter	1,71	1,66	1,68	1,69	1,66
4	7 meter	1,43	1,4	1,41	1,44	1,42
5	8 meter	1,23	1,2	1,26	1,25	1,23

Dari Tabel 4.3 yang merupakan hasil pengukuran di saluran distribusi, maka Gambar 4.2 berikut ini menunjukkan grafiknya :



**Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengukuran di Lapangan**

Seperti yang di lihat pada Gambar 4.2 di atas, diketahui bahwa ketika alat penangkap medan magnet berada di bawah 4 meter dari kabel itu di dapatkan hasil tegangan rata-rata 2,308 V, dan dari data yang di dapat setiap jarak itu hasilnya tidak berbeda terlalu signifikan malahan cenderung stabil. Hal yang menyebabkan pengukuran dimulai dari 4 meter dibawah kabel karena



adanya keterbatasan alat, yang pertama menggunakan tangga setinggi 2 meter ditambah tinggi pengukur 2 meter dan dibantu pipa paralon sepanjang 1 meter.

Setelah semua data lengkap maka peneliti akan mencari berapa besar daya yang disalurkan oleh PLN di saluran distribusi 20 kV dengan memanfaatkan persamaan yang didapat dari hasil kalibrasi sebelumnya. Peneliti akan mengambil 1 sampel dari hasil pengukuran yaitu di jarak 4 meter yang sudah di rata-ratakan hasilnya karena mengacu pada proses kalibrasi yang hanya sampai 5 meter dari kawat berarus. Sedangkan 4 meter sendiri merupakan jarak yang paling dekat dengan kawat berarus dan lebih optimal dalam proses perhitungan. Berikut hasil perhitungannya:

$$\begin{aligned} I &= 1,86(2,308) + 32,232(4) - 8,541 \\ &= 124,67 \text{ A} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan arus, maka langkah selanjutnya yaitu menghitung berapa besar daya semunya dengan tegangannya dianggap 20 kV:

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{3} \times 20.000V \times 124,67A \\ &= 4.318.695,48 \text{ VA} \end{aligned}$$

Seperti yang sudah di lihat pada perhitungan tersebut, tegangan di asumsikan 20 kV gunanya untuk memudahkan proses perhitungan dan dapat disimpulkan bahwa pada saat pengukuran dilapangan itu daya yang dihantarkan oleh PLN pada saluran distribusi sebesar 4.318.695,48 VA atau sebesar 4,318 MVA.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Kalibrasi pada alat dilakukan sebanyak 5 kali dengan jarak maksimal 5 meter dari kawat berarus. Proses kalibrasi ini digunakan untuk mencari persamaan yang digunakan untuk menghitung arus (I). Jarak yang paling optimal untuk pengukuran itu tidak lebih dari 5 meter pada saat kalibrasi, tergantung dari besarnya arus yang mengalir.
2. Tingkat linearitas yang menunjukkan data arus dan tegangan volmeter sebesar 98,30%.
3. Dari hasil pengukuran lapangan didapatkan bahwa daya semu untuk jarak dari 4 meter dari kabel saluran distribusi saat dilakukannya pengukuran itu sebesar 4.245.602,93 VA atau sebesar 4,245 MVA. Proses perhitungan harus mengacu pada kalibrasi alat yang jaraknya hanya sampai 5 meter saja. Jadi jarak 4 meter dari kabel saluran distribusi merupakan jarak yang paling optimal.

#### **5.2 Saran**

Saran penulis untuk para pembaca atau yang berminat untuk melanjutkan penelitian ini yaitu:

1. Dapat menambahkan jumlah lilitan pada alat yang sebelumnya hanya berjumlah 12 lilitan.
2. Karena keterbatasan alat saat melakukan kalibrasi, peneliti hanya bisa mengeluarkan arus sebesar 15 A pada OCR Meter. Jadi kapasitas arus nantinya bisa di tambah sesuai kebutuhan.
3. Pada proses kalibrasi bisa ditambah jaraknya yang semula hanya sampai 5 meter saja.
4. Melakukan studi banding dengan hasil yang didapatkan oleh pihak PLN.
5. Melakukan pengukuran dilapangan sebanyak mungkin, misalnya pada saat beban puncak itu pasti daya keluarnya lebih besar sehingga mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. M. Panggabean, H. Halomoan, and N. Purwasih, "Perancangan Sistem Transfer Energi Secara Wireless Dengan Menggunakan Teknik Resonansi Induktif Medan Elektromagnetik,"Skripsi, Universitas Lampung, 2013.
- [2] A. B. Sulisty, "Rancang Bangun dan Analisa Rangkaian Prototype Transfer Daya Listrik Tanpa Kabel,"Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016.
- [3] D. E. Kurniawan, "Analisa Power Induktor Bentuk E Dengan Kawat Enamel pada Boost Converter,"Skripsi, Universitas Indonesia, 2012.
- [4] Thomasnet.(2017, Oktober 09) Types of Inductors and Cores.  
[http://www.thomasnet.com/articles/automation-electronics/inductor-cores.](http://www.thomasnet.com/articles/automation-electronics/inductor-cores)
- [5] C. Kocatepe, C. F. Kumru,E. Taslak, "Analysis of Magnetic Field Effects of Underground Power Cables on Human Health," ISSS,vol. 2, pp. 137–143, 2014.
- [6] Guclu, G. Kaypmaz, A. Kalenderli, "Calculation of Magnetic Field Around 34,5 kV Power Lines," Electromagnetic Fields and Effects Symposium, 270-273, 2011.
- [7] Muhammad Rofiudin.(2018, Maret 25) Makalah fisika Kelas 10 : Gelombang elektromagnetik. <http://www.mrofiudin29.com/2017/12/makalh-fisika-kelas-10-gelombang.html>