

# **PERANCANGAN ALAT PENGUKUR BESAR MEDAN LISTRIK PADA SALURAN TRANSMISI**

**SKRIPSI**

untuk memenuhi salah satu persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S1



**Disusun oleh:**

**Bima Ariawan Riffendi**

**13524066**

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

**2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN ALAT PENGUKUR BESAR MEDAN LISTRIK  
PADA SALURAN TRANSMISI



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

Disusun oleh:

Bima Ariawan Riffendi

13524066

الجامعة الإسلامية  
Yogyakarta, 6 Januari 2018

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Firmansyah Nur Budiman, ST., M.Sc.

NIK : 145240501

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

NIK : 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, 20 Januari 2018



Bima Ariawan Riffendi

13524066

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya penulis telah diberi kemampuan untuk menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir tentang **PERANCANGAN ALAT PENGUKUR BESAR MEDAN LISTRIK PADA SALURAN TRANSMISI**. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik bagi Mahasiswa Program S1 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia .

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan semangat, dukungan, dorongan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini perkenankan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan kemudahan dalam menjalani dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua yang selalu mendoakan penulis, serta kedua adik yang senantiasa memberikan semangat.
3. Bapak Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri UII.
4. Bapak Firmansyah Nur Budiman S.T, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Warindi, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah membimbing dan memberikan ilmunya selama duduk di bangku kuliah.
7. Eka Yuni Lestari teman yang selalu membantu dalam penyelesaian skripsi.
8. Arie Yunika Chandra sahabat yang selalu membatu selama masa kerja praktik sampai penyelesaian skripsi.
9. Teman-teman saudara seperjuangan Teknik Elektro angkatan 2013.

10. Pihak-pihak terkait yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu menyelesaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan semoga Allah SWT selalu melimpahkan berkah, rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua.

Yogyakarta, 25 September 2017  
Penulis,

Bima Ariawan Riffendi

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERANCANGAN ALAT PENGUKUR BESAR MEDAN LISTRIK PADA  
SALURAN TRANSMISI

TUGAS AKHIR

ISLAM

Oleh :

Nama : Bima Ariawan Riffendi

Nim : 13524066

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

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

Anggota II

Wahyudi Budi Pramono, S.T., M.Eng.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro  
Universitas Islam Indonesia



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

## **ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN**

Arti Lambang dan Singkatan berisi daftar lambang dan singkatan yang digunakan di dalam laporan Tugas Akhir yang dilengkapi oleh arti dan besaran/satuan.

kV	:	Kilo Volt
V	:	Volt
PLN	:	Perusahaan Listrik Negara
WHO	:	<i>World Health Organization</i>

## ABSTRAK

Kebutuhan listrik masyarakat yang semakin tinggi mengakibatkan pembangunan infrastruktur kelistrikan juga semakin tinggi. Salah satunya ialah Saluran Transmisi Tegangan Tinggi. Saluran transmisi inilah yang mengakibatkan adanya medan listrik. Pengukuran medan listrik hanya dilakukan oleh PLN, karena alat ukur medan listrik yang mahal. Alat yang digunakan untuk mengukur medan listrik dinamakan *electric field meter*. Dalam skripsi ini, *electric field meter* dirancang dan akan dilakukan percobaan pengukuran medan listrik tepat di bawah saluran transmisi SUTT 150kV. Nantinya medan listrik yang berasal dari SUTT akan ditangkap oleh kumparan kawat yang ada pada alat penangkap medan listrik, kemudian besar tegangan yang diterima akan ditampilkan pada voltmeter. Nilai tegangan tadi kemudian akan dikonversikan menjadi satuan medan listrik. Dari hasil pengujian, tingkat linier antara alat yang dibuat dengan alat konvensional setelah dianalisa menggunakan persamaan regresi ialah 97,14%.. Nilai itu didapat dari tujuh percobaan variasi pengukuran dibawah Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150kV.

Kata kunci : *electric field meter*, SUTT.



# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
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.....	1
1.3 Batasan Masalah .....	1
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Studi Literatur .....	3
2.2 Dasar Teori.....	4
2.2.1 Hukum Gaya Lorentz.....	4
2.2.2 Medan Listrik.....	4
2.2.3 Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) .....	5
2.2.4 Radiasi Elektromagnetik pada Saluran Transmisi Tenaga Listrik.....	6
BAB 3 METODOLOGI .....	8
3.1 Perancangan Alat .....	8

3.1.1 Blok Diagram Alat.....	8
3.1.2 Desain Perancangan Alat .....	9
3.1.3 Alat dan Bahan.....	10
3.1.1.1 Kawat Tembaga Enamel .....	10
3.1.1.2 Kawat Bangunan .....	10
3.1.1.3 Paralon.....	10
3.1.1.4 Multimeter .....	10
3.1.1.5 Paku .....	11
3.1.2 Langkah-langkah Perancangan Alat .....	11
3.2 Penggunaan Alat.....	12
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>13</b>
4.1 Hasil Pengukuran .....	13
4.2 Perhitungan Faktor Konversi .....	15
4.3 Perbandingan Dengan Hasil Pengukuran PLN .....	15
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>18</b>
5.1 Kesimpulan .....	18
5.2 Saran .....	18
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>19</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi perumusan muatan listrik terhadap jarak.....	5
Gambar 2.2 Saluran Udara Tegangan Tinggi.....	6
Gambar 3.1 Diagram blok alat ukur medan listrik.....	8
Gambar 3.2 Desain Alat Pengukur Medan Listrik.....	9
Gambar 3.3 Cara penggunaan alat .....	12
Gambar 4.1 Alat Ukur Medan Listrik .....	13
Gambar 4.2 Grafik perbandingan hasil konversi pengukuran alat yang dibuat dengan alat PLN .....	16

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengukuran Menggunakan Alat Ukur Medan Listrik yang Telah Dibuat .....	14
Tabel 4.2 Pengukuran Menggunakan Alat <i>electric field meter</i> milik PLN.....	14
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Konversi Nilai Alat yang dibuat.....	16

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Medan listrik ialah suatu nilai yang diakibatkan oleh keberadaan muatan listrik pada lokasi tersebut, dalam energi listrik terdapat muatan elektron, proton, serta beberapa ion didalamnya. Besarnya medan listrik pada suatu lokasi biasanya berhubungan dengan semakin besarnya tegangan yang dihantarkan pada suatu kawat penghantar. Sebagai contoh medan listrik pada suatu saluran transmisi SUTT 150kV dengan SUTET 500kV. Dengan dua contoh tersebut bisa disimpulkan bahwa pada SUTET medan listrik yang dihasilkan akan lebih besar jika dibandingkan dengan SUTT. Hal ini bisa terjadi karena semakin besar energi listrik maka semakin banyak energi muatan yang terkandung di dalamnya sehingga mengakibatkan medan listrik yang semakin besar.

Pada saluran transmisi energi listrik banyak faktor yang mengakibatkan medan listrik pada suatu area, seperti jenis kawat yang dipakai, area yang dilewati oleh saluran transmisi, jenis kawat grounding, jumlah fasa serta masih banyak faktor-faktor lainnya.

Untuk dapat mengetahui berapa nilai besar medan listrik di bawah saluran SUTT 150KV diperlukan alat penangkap radiasi elektromagnetik. Dimana alat yang dibutuhkan itu memiliki harga yang cukup mahal sekitar puluhan juta rupiah, dengan keterbatasan biaya yang ada maka ada niat untuk membuat alat berupa kumparan kawat yang akan di lilitkan pada paralon. Lilitan kawat yang dibuat itu nantinya akan digunakan untuk menangkap radiasi medan listrik yang keluar dari SUTT 150KV.

### 1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana merancang alat ukur medan listrik dengan memanfaatkan induksi medan pada kawat penghantar SUTT.

### 1.3 Batasan Masalah

1. Hanya mengukur besarnya tegangan pada saluran transmisi SUTT 150kV.
2.  $\cos \theta$  diabaikan atau dianggap 1.
3. Suhu, cuaca, serta kelembaban dan hal lainnya yang terkait medan listrik diabaikan.
4. Pengukuran dilakukan 1,5m dari permukaan tanah.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Membuat alat untuk mengukur besar medan listrik pada saluran transmisi SUTT 150kV dengan memanfaatkan induksi medan pada kawat penghantar SUTT.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar kuat medan listrik di bawah saluran transmisi SUTT 150kV. Serta bisa mendapatkan hasil pengukuran yang valid dari hasil perhitungan menggunakan *linest*, dan juga melakukan perbandingan menggunakan data PLN dengan alat yang telah dibuat.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Studi Literatur**

Buku karangan Begamudre [1] menjelaskan teori, rumus, serta pengertian mengenai apa itu saluran transmisi. Bagaimana cara menghitung spesifikasi saluran transmisi yang baik, segala hal terkait medan listrik dan medan magnet, serta masih banyak hal-hal penting lainnya yang berkaitan dengan saluran transmisi. Dalam bukunya, Begamudre menjelaskan bahwa saluran transmisi yang menghantarkan energi listrik sudah pasti menghasilkan medan listrik dan juga medan magnet. Semakin besar kapasitas listrik yang dihantarkan, medan listrik serta medan magnetnya juga pasti akan menjadi semakin besar. Untuk menekan besarnya medan listrik serta medan magnet diperlukan konfigurasi pada fasa, grounding yang baik serta pemilihan komponen-komponen yang nantinya akan digunakan pada saluran transmisi tersebut.

Dalam penelitian yang dilakukan Syafril [2] beliau melakukan perhitungan medan listrik pada SUTT 150kV menggunakan metode bayang. Metode ini bisa dihitung secara manual tetapi memerlukan waktu yang lama serta rumus yang teramat panjang, maka dari itu harus menggunakan software bantuan seperti MATLAB misalnya. Metode bayang ini digunakan dengan cara menempatkan pencerminan pada fasa serta grounding tiang SUTT. Selain melakukan perhitungan menggunakan metode bayang ini Syafril juga mencocokkan data yang didapat dari PT PLN terkait pengukuran medan listrik, karena PT PLN sendiri memiliki data dimana mereka akan melakukan pengukuran terkait medan listrik dan medan magnet paling sedikit dua kali dalam setahun.

Penelitian yang dilakukan Herdyno [3] menjelaskan cara melakukan pengukuran secara langsung. Caranya adalah dengan menempatkan alat ukur tepat di bawah saluran transmisi yang paling dekat dengan andongan saluran transmisi. Sehingga akan menunjukkan nilai tertinggi yang ditimbulkan oleh medan listrik pada saluran tersebut. Hal ini dilakukan agar mengetahui apakah nilai medan listrik yang ditimbulkan saluran transmisi tersebut masih dapat diterima lingkungan atau tidak.

Penelitian Warindi [7] menjabarkan cara perhitungan medan listrik menggunakan aplikasi pascal dengan cara memasukkan komponen-komponen perhitungan yang diperlukan. Selanjutnya

dalam aplikasi tersebut dibuat koding pemrograman Bahasa pascal yang nantinya akan melakukan perhitungan medan listrik berdasarkan data-data yang telah diinput sebelumnya.

Dari semua studi literatur yang sudah dituliskan diatas, semuanya hanya melakukan hasil perhitungan menggunakan rumus medan listrik dan menggunakan bantuan *software* seperti pascal. Maka dari itu pada skripsi ini akan dilakukan pengukuran medan listrik secara langsung menggunakan alat yang dibuat serta menggunakan konversi perhitungan.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Hukum Gaya Lorentz

Gaya Lorentz adalah gaya yang ditimbulkan oleh muatan listrik yang bergerak dalam suatu penghantar. Rumus gaya Lorentz dapat dituliskan pada persamaan berikut :

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

Dimana :      B : Induksi magnetik                      E : Medan Listrik

q : Muatan listrik

v : Kecepatan muatan listrik

F : Gaya Lorentz pada muatan bergerak

Dalam hukum ini terdapat dua medan yang dihasilkan yaitu medan magnet dan medan listrik. Pada SUTT 150kV medan magnet yang ditimbulkan akan lebih kecil, hal ini disebabkan oleh besarnya tegangan yang dihantarkan oleh kawat penghantar. Dalam hal ini maka medan magnet bisa diabaikan. Sehingga dari penjelasan tersebut didapat bahwa dalam medan listrik murni gaya Lorentz hanya ditentukan oleh muatan partikel dan medan listrik.

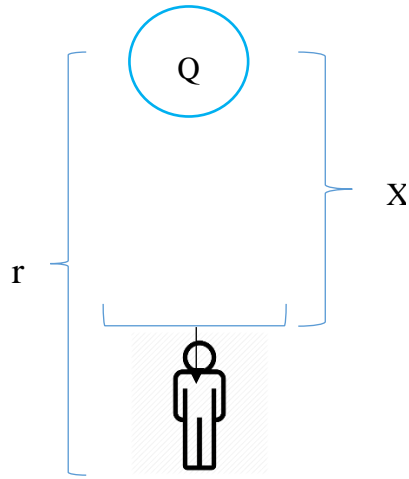
### 2.2.2 Medan Listrik

Medan listrik adalah hal yang ditimbulkan oleh adanya muatan listrik yang bergerak dalam suatu penghantar. Ilustrasi gambar ada pada Gambar 2.1. Besarnya medan listrik pada suatu titik dapat dituliskan pada persamaan berikut.

$$E = \frac{q}{2\pi Xk}$$

$$V = \frac{q}{2\pi Xk} \quad V = \int_r^D E dx$$





Gambar 2.1 Ilustrasi perumusan muatan listrik terhadap jarak

Dari persamaan yang ada diatas maka bisa dilihat hubungan antara medan listrik, tegangan serta jarak pengukuran dari kawat penghantar. Sehingga dari persamaan-persamaan tersebut akan menghasilkan rumus medan listrik yaitu:

$$E = \frac{V}{X \ln \frac{D}{r^2}} \quad (2.2)$$

- Dimana :
- V : Tegangan pada kawat penghantar
  - X : Jarak kawat penghantar terhadap alat ukur
  - D :  $2 \times r$
  - r : Jarak kawat penghantar terhadap tanah (gnd)

### 2.2.3 Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)

Besar tegangan yang biasanya disalurkan oleh jalur transmisi ini adalah sebesar 30kV-150kV, SUTT 150kV dapat dilihat pada Gambar 2.1. Dengan besar tegangan seperti itu sudah dipastikan bahwa medan listrik dan medan magnet yang dihasilkan juga akan semakin besar, sesuai dengan buku yang ditulis Begamudre [1] semakin besar tenaga listrik yang disalurkan pada saluran transmisi maka semakin besar pula medan listrik dan juga medan magnet yang akan dihasilkan.

Berikut adalah berbagai jenis kawat penghantar yang umumnya dipakai untuk *transmission line*. SUTT dengan kawat penghantar tembaga (CU 100%) memiliki nilai konduksi 100%, kawat

tembaga (CU 97,5%) dengan nilai konduksi 97,5% yang terakhir kawat penghantar aluminium (Al 61%) dengan nilai konduksi 61%. Jenis kawat aluminium memiliki berbagai macam jenis, diantaranya:

- a. *All - Aluminium Conductor (AAC)* , kawat aluminium yang semuanya berasal dari aluminium.
- b. *All Aluminium - Alloy Conductor (AAAC)* , kawat yang berasal dari kombinasi aluminium.
- c. *Aluminium Conductor Steel – Reinforced (ACSR)* , adalah kawat aluminium yang didalamnya terdapat inti kawat yang terbuat dari baja.
- d. *Aluminium Conductor Alloy – Reinforced (ACAR)*, adalah kawat aluminium yang diperkokoh lagi dengan beberapa logam yang sudah dicampur[4].



Gambar 2.2 Saluran Udara Tegangan Tinggi

#### **2.2.4 Radiasi Elektromagnetik pada Saluran Transmisi Tenaga Listrik**

Pada pembuatan energi listrik, pasti menimbulkan dampak baik secara langsung maupun tidak langsung. Pertama dampak yang tidak langsung pada jalur transmisi yang aman, terdapat pada UU No.15 tahun 1985 menyangkut kenagalistrikan, kemudian pada peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No. 01.P/47/MPE/1992 menyangkut jarak bebas SUTT dan SUTET pada Penyaluran Tenaga Listrik. Pembuatan SUTET 500 kV juga sudah memiliki Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan kode SNI 04.6918-2002 menyangkut ruang bebas dan jarak bebas minimum SUTT dan SUTET dan SNI 04.6950-2003 tentang Nilai Ambang Batas Medan Listrik dan Medan Magnet SUTT dan SUTET. Peraturan diatas memperlihatkan berapa jarak aman atas efek yang ditimbulkan oleh medan magnet dan medan listrik. Dengan ini masyarakat bisa tahu dimana tempat yang boleh untuk melakukan aktivitas. Nilai jarak yang aman diukur berdasarkan

berapa besarnya tegangan listrik tersebut, tegangan menengah dan rendah bisa diukur dengan rumus yang sederhana,  $1 \text{ kV} = 1 \text{ cm}$ . Maka apabila tegangan pada kawat transmisi sebesar 20 kV bisa diketahui jarak yang aman adalah 20 cm. Pada saluran SUTT dan SUTET terdapat jarak vertikal yang aman (C) ialah pada tegangan 70 kV dengan jarak 4,5 m, sedangkan 150 kV jarak amannya 5,5 m, untuk 275 kV jarak amannya 7,5 m dan 500 kV jaraknya 9,5 m. Berbeda lagi dengan jarak horizontal yang aman dihitung dari sumbu menara (D) ialah pada tegangan 70 kV jaraknya 7 m, sedangkan 150 kV ialah 10 m, pada 275 kV ialah 13m dan 500 kV ialah 17m. PLN telah mendirikan pagar untuk membatasi jarak aman selain itu melakukan pengukuran kuat medan listrik secara periodik dengan alat yang dinamakan *Elektromagnetic Field Meter*.

WHO (World Health Organization) menjelaskan bahwa kekuatan medan magnet dan medan listrik yang aman untuk manusia sebesar 0,1m Tesla pada medan magnet dan 5 kV/m pada medan listrik. Pengukuran PLN hingga sekarang, SUTT maupun SUTET memiliki kuat medan magnet serta medan listrik masih pada batas aman tersebut. Selain mengukur secara periodik, PLN juga melakukan penyuluhan mengenai jarak yang aman terhadap masyarakat sekitar. Melalui penyuluhan ini masyarakat diharapkan mengetahui pengaruh dari medan listrik serta medan magnet yang benar. Penyuluhan ini biasanya di berikan PLN pada awal pengoperasian SUTT dan SUTET tersebut, tetapi tidak memungkinkan juga diberikan pada kesempatan lain apabila masyarakat membutuhkannya. Sampai sekarang, para ahli masih belum sepakat mengenai efek SUTET, termasuk tumor dan kanker pada anak serta orang dewasa[6].

## BAB 3

### METODOLOGI

#### 3.1 Perancangan Alat

##### 3.1.1 Blok Diagram Alat

Pada Gambar 3.1 Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150kV menghasilkan medan listrik. hal ini telah dibuktikan dengan persamaan 2.1 mengenai gaya lorentz, bahwa medan listrik akan timbul jika adanya muatan yang bergerak pada suatu penghantar. kemudian medan listrik tersebut diterima oleh *electric field meter* yang sudah dibuat. Nilai medan listrik yang diterima oleh alat akan terbaca oleh *voltmeter* dengan satuan tegangan, setelah itu hasil pengukuran yang telah dilakukan dicatat.



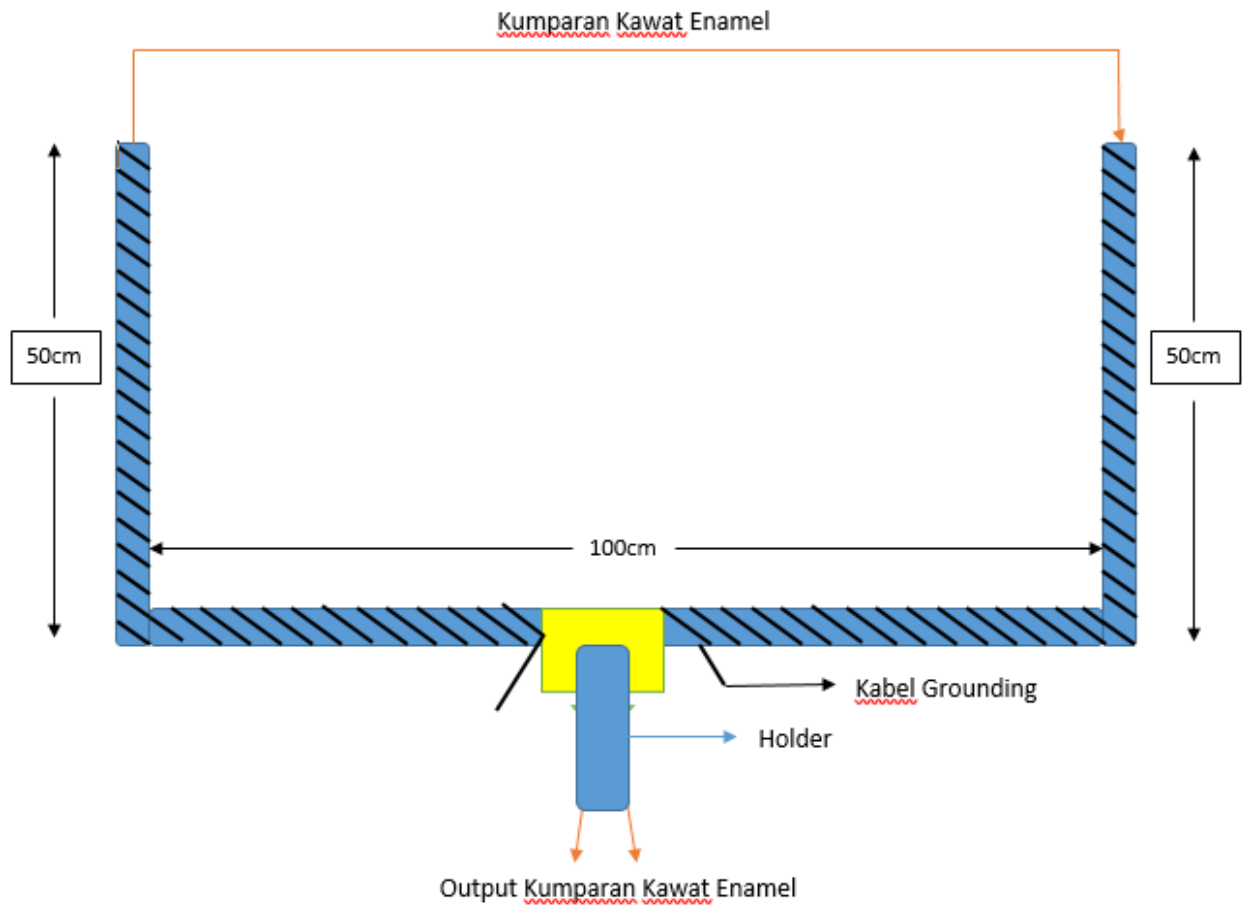
Gambar 3.1 Diagram blok alat ukur medan listrik

Setelah melakukan pengukuran dengan alat yang dibuat, lakukan pengukuran kembali dengan PLN menggunakan alat *electric field meter* yang mereka gunakan pada pengukuran mereka sebelumnya dan lakukan pengukuran ulang menggunakan alat PLN tersebut.





Setelah data pengukuran menggunakan *electric field meter* dan *electric field meter* milik PLN, lakukan perbandingan skala yang nantinya akan dilakukan konversi terkait hasil yang telah didapat.

### 3.1.2 Desain Perancangan Alat

Desain perancangan alat pengukur medan listrik dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain Alat Pengukur Medan Listrik

- Keterangan :
-  : Pipa paralon
  -  : Sambungan T paralon
  -  : Kawat Bangunan
  -  : Kawat Enamel
  - L : 0,5mH

Dapat dilihat bentuk desain pada Gambar 3.1 berbentuk persegi panjang. Dibentuk dengan panjang 1m bertujuan agar memudahkan perhitungan nilai konversi dimana satuan medan listrik memiliki satuan V/m. Alat ini juga menggunakan prinsip medan listrik dimana terdapat nilai jari-jari yang bisa didapat dari luas alat yang telah dibuat.

### **3.1.3 Alat dan Bahan**

#### **3.1.1.1 Kawat Tembaga Enamel**

Kawat yang dipilih adalah kawat yang sudah dilapisi email, dengan diameter 0,83mm. Kawat ini berjenis tunggal selain itu kawat yang sudah dilapisi enamel ini lebih sulit berkarat kelebihan lainnya dari kawat ini ialah harganya yang tidak terlalu mahal serta mudah didapat pada toko-toko kebutuhan alat listrik.

Tembaga juga merupakan bahan konduktor yang baik untuk menghantarkan arus listrik. Maka dari itu bahan ini diharapkan juga baik untuk menangkap radiasi dari medan listrik itu sendiri.

#### **3.1.1.2 Kawat Bangunan**

Kawat bangunan yang digunakan berdiameter 2mm. Kawat ini biasanya dipakai untuk mengikat besi atau hal lainnya saat melakukan pembangunan sebuah bangunan baru. Kawat ini nantinya akan digunakan sebagai ground pada alat ukur medan listrik yang dibuat, dengan harapan agar pengukuran medan listrik lebih stabil.

Karena medan listrik cenderung memiliki nilai yang tidak konstan sehingga pelindung ground ini akan di gunakan pada bagian kanan, kiri dan bawah alat yang akan dibuat. Dengan diberikan ground bagian yang terinduksi oleh radiasi medan listrik hanya bagian atas sehingga nilai yang didapat akan lebih konstan.

#### **3.1.1.3 Paralon**

Jenis paralon yang dipakai adalah jenis PVC, paralon ini dipilih karena mudah didapat serta harganya yang murah. Ukuran yang digunakan berdiameter 15mm kemudian dipotong menjadi empat bagian dengan panjang masing-masing 50cm. Kemudian nantinya 50cm akan digunakan sebagai tinggi alat, sedangkan panjang alat akan menjadi 100cm digabungkan dengan sambungan T pada paralon.

#### **3.1.1.4 Multimeter**

Multimeter ini digunakan untuk mengukur besar tegangan yang diterima oleh kawat tembaga dari paparan radiasi medan listrik yang dihasilkan oleh SUTT 150kV. Besar tegangan yang terbaca nantinya akan dicatat lalu diolah kembali datanya dengan data pengukuran dari PLN. Setelah itu

nilai yang didapat akan dikonversikan dengan hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan alat dari PLN.

### **3.1.1.5 Paku**

Paku yang dipakai adalah jenis paku yang cukup besar dengan panjang kurang lebih 10cm. Nantinya paku ini akan disambungkan dengan kawat bangunan yang sudah dililit pada paralon kemudian difungsikan sebagai grounding.

### **3.1.2 Langkah-langkah Perancangan Alat**

Setelah semua alat yang dibutuhkan sudah lengkap langkah pertama yang dilakukan adalah memasukan kawat enamel ke dalam paralon yang sudah dipotong sehingga akan membentuk lilitan kawat yang berbentuk huruf U. Lakukan hal itu hingga kawat habis, pada kondisi kawat yang digunakan didapat 12 lilit pada rangkaian tersebut. Jika dihitung panjang kawat yang digunakan ialah 36m.

Setelah selesai melilit kawat gunakan perekat untuk merekatkan kawat bagian atas yang nantinya akan menerima induksi elektromagnetik dari medan listrik. Setelah selesai, pasang kawat bangunan pada bagian kanan, kiri, dan bawah. Jangan lupa sisakan sekitatar 2m untuk disambungkan dengan paku yang nantinya akan berfungsi sebagai grounding ketika melakukan pengukuran.

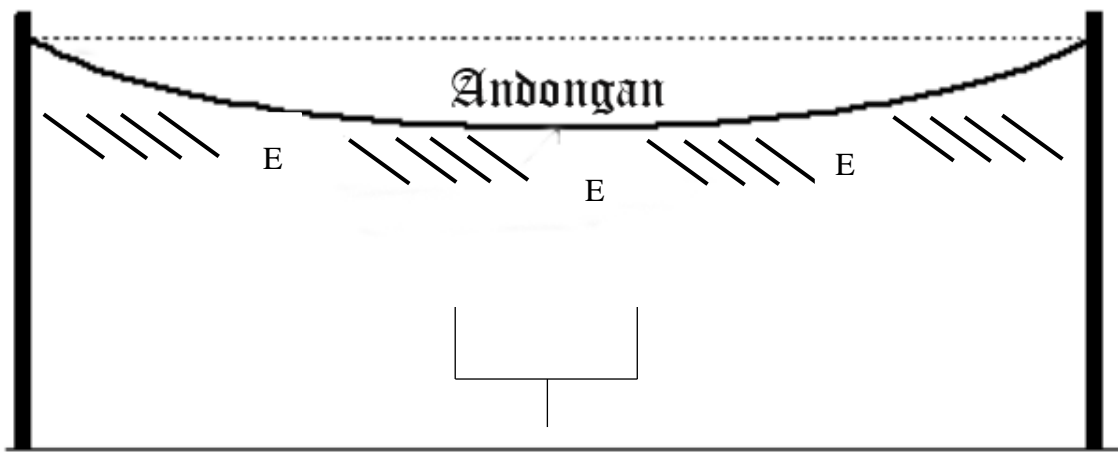
Langkah terakhir adalah merekatkan bagian grounding serta mengencangkan sambungan-sambungan paralon yang sudah digunakan. Kemudian pasang bagian terakhir pada alat ini yaitu paralon dengan panjang sekitar 20cm yang berguna untuk memegang alat tersebut.

Kabel bangunan yang digunakan untuk grounding ini dipasang dengan cara dililitkan pada bagian-bagian paralon, hal ini berfungsi untuk menstabilkan medan listrik yang diterima alat, agar hanya bagian atas alat yang tidak terlindungi oleh paralon serta kawat grounding yang mengalami induksi medan listrik dari SUTT 150kV.

Setelah semua sudah terpasang maka dilakukan pengukuran induktor pada alat ukur medan listrik yang telah dibuat LCR meter dan didapatkan nilai sebesar 0,5mH. Perancangan Sistem

### 3.2 Penggunaan Alat

Dari Gambar 3.3 saluran transmisi 150kV menghasilkan medan listrik, kemudian tempatkan alat ukur medan listrik tepat di bawah andongan saluran transmisi, nantinya medan listrik yang diterima alat akan menampilkan besaran tegangan pada volt meter. Selanjutnya tegangan yang ditampilkan pada voltmeter tersebut di konversi menjadi satuan medan listrik dengan menggunakan rumus konversi, setelah dimasukkan kedalam rumus, tegangan yang diterima oleh alat tadi menjadi satuan medan listrik.



Gambar 3.3 Cara penggunaan alat

Dengan alat yang sudah dibuat berdasarkan desain perancangan. Alat ukur medan listrik ini akan membaca tegangan pada volt meter. Nantinya nilai tegangan ini akan dikonversi menggunakan persamaan *linest* pada hasil dan pembahasan. Dari alat yang sudah dibuat bisa disimpulkan bahwa indikator pembuatan alat ini sudah tercapai, hal ini bisa dibuktikan dengan kemampuan alat menangkap paparan induksi dari SUTT, serta presisi yang baik pada alat yang telah dibuat.



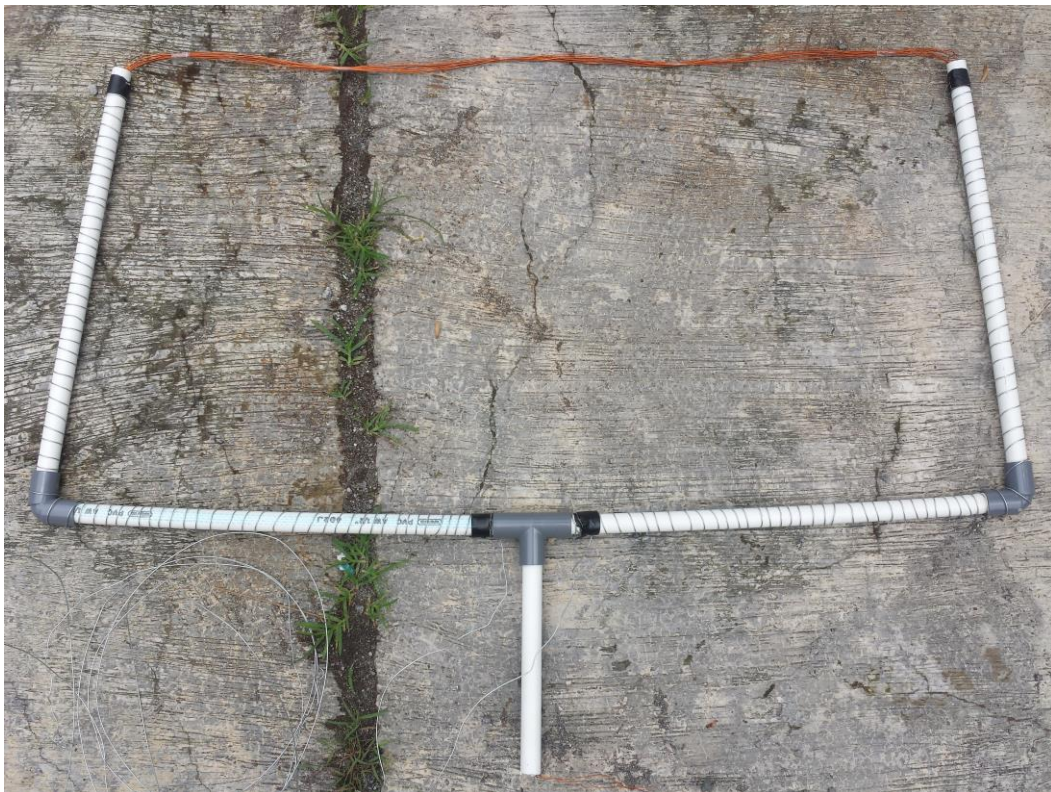
## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini dilakukan pengukuran dengan alat yang telah dibuat. Dan juga pengukuran dengan alat milik PLN terkait medan listrik, data pengukuran yang didapatkan tadi kemudian dibandingkan yang nantinya nilai pengukuran dari alat yang dibuat akan dikonversi dengan hasil pengukuran dengan alat PLN.

#### **4.1 Hasil Pengukuran**

Hasil Alat Ukur Medan Listrik yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Alat Ukur Medan Listrik

Pengujian ini dilakukan pada Saluran Udara Tegangan Tinggi SUTT 150kV Kentungan – Pedan. Pengujian ini dilakukan sebanyak enam kali dengan ketinggian 1,5m dari bawah tanah serta jarak dengan variasi 0-6m di bawah andongan SUTT.

Pengujian ini dilakukan pada saat pukul 10-12 siang, dengan pengulangan sebanyak 6 kali pada masing-masing jarak pengukuran. Pengukuran dilakukan tepat di bawah andongan. Tabel 4.1

menunjukkan hasil pengukuran dengan alat yang telah dibuat serta alat konvensional pengukur medan listrik milik PLN.

Tabel 4.1 Pengukuran Menggunakan Alat Ukur Medan Listrik yang Telah Dibuat

Jarak(m)	Tegangan (V)						Rata-rata (V)
	Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5	Ke-6	
0	2,5	2,49	2,489	2,488	2,489	2,5	2,49
1	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86
2	2,9	3,1	3,05	3	2,89	2,98	2,99
3	2,58	2,61	2,6	2,59	2,58	2,6	2,59
4	2,5	2,27	2,47	2,46	2,44	2,49	2,44
5	2	1,7	1,9	1,89	1,66	1,98	1,86
6	1,7	1,5	1,5	1,3	1,2	1,5	1,45

Dari Tabel 4.1 bisa dilihat pada jarak 0m atau persis di bawah andongan saluran transmisi didapat nilai 2V, dari keenam percobaan terlihat nilai medan listrik yang ditimbulkan terbilang cukup stabil dan tidak terdapat lonjakan tegangan yang tinggi.

Setelah melakukan pengukuran menggunakan alat yang sudah dibuat, lakukan pengukuran kembali dengan alat *electric field meter* yang dimiliki oleh PLN. Sama seperti alat pengukuran menggunakan alat yang dibuat, pengukuran menggunakan alat PLN juga dilakukan dengan jarak 0-6 meter dari andongan serta dilakukan pengulangan sebanyak 7 kali.

Hasil pengukuran menggunakan alat *electric field meter* milik PLN yang biasa digunakan untuk mengukur medan listrik dibawah saluran transmisi ditampilkan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Pengukuran Menggunakan Alat *electric field meter* milik PLN

Jarak (m)	Medan Listrik (kV/m)						Rata-rata (kV/m)
	Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5	Ke-6	
0	0,248	0,246	0,245	0,257	0,255	0,255	0,25
1	0,28	0,282	0,281	0,283	0,283	0,285	0,28
2	0,292	0,29	0,299	0,291	0,292	0,292	0,29
3	0,26	0,266	0,265	0,266	0,267	0,267	0,27
4	0,24	0,242	0,24	0,241	0,243	0,244	0,24
5	0,2	0,22	0,21	0,21	0,2	0,22	0,21
6	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	0,19

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan didapat banyak data, kemudian lakukan rata-rata nilai dari masing-masing data tersebut. Percobaan ini dilakukan sebanyak enam kali percobaan agar data semakin valid, karena semakin banyak sampel yang didapat nilai sebenarnya akan semakin dekat.

## 4.2 Perhitungan Faktor Konversi

Untuk mengetahui berapa nilai konversi yang dibutuhkan untuk alat yang dibuat harus dilakukan perbandingan terlebih dahulu dengan pengukuran yang dilakukan oleh PLN dengan *electric field meter* yang mereka miliki. Dari data-data pengukuran pada tabel sebelumnya lakukan rata-rata nilai dari ke-6 jarak serta enam pengukuran yang telah didapat.

Berikutnya adalah mencari nilai konversi agar hasil pengukuran alat yang dibuat menjadi nilai yang sama dengan alat milik PLN. Ambil contoh pertama pada pengukuran tepat dibawah andongan dengan ketinggian 1,5m dari permukaan tanah, nilai pada alat menunjukkan 2,49V sedangkan pada alat PLN menunjukkan 0,25kV/m. Berikut adalah perhitungan yang digunakan untuk mengkonversi nilai tegangan menggunakan *linest function*. Dimana dengan menggunakan fungsi tersebut pada *ms.excel*, kita akan mengetahui regresi linear dari data-data yang telah didapatkan pada hasil percobaan. Regresi linear sendiri memiliki pengertian sebuah pendekatan untuk memodelkan hubungan antara variable terikat Y dan satu atau lebih variable bebas yang disebut X.

Sehingga medan listrik dapat dihitung dengan persamaan :

$$E = 0.0662 V_x + 0.0893 \quad (4.1)$$

Keterangan :

E : Besar medan listrik

V<sub>x</sub> : Tegangan terbaca pada alat (V)

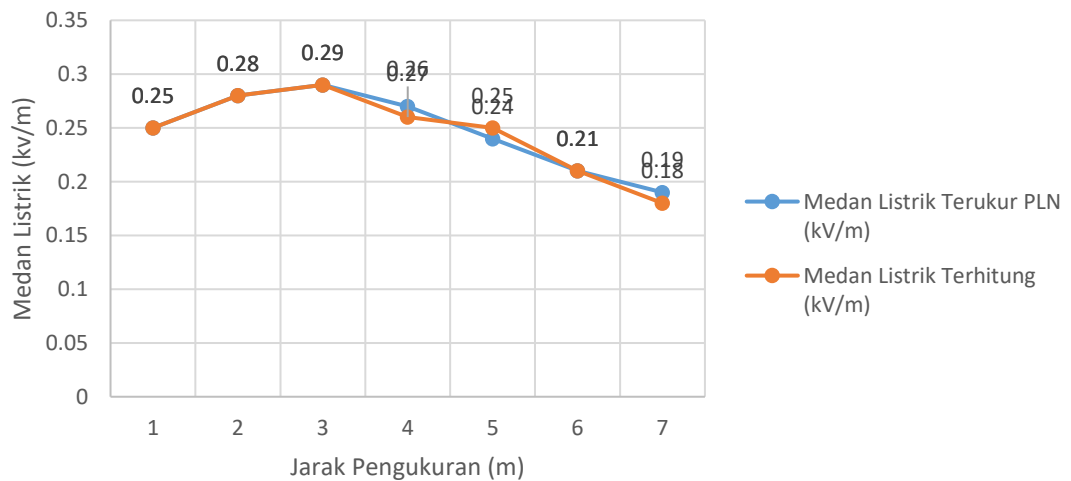
Pada perhitungan kedua ini didapatkan nilai yang sama dengan alat milik PLN menggunakan nilai konversi perhitungan yang sama. Selanjutnya buat dalam bentuk tabel menggunakan nilai konversi, agar bisa terlihat secara keseluruhan apakah semua nilai pengukuran menggunakan alat yang dibuat sama dengan alat yang dimiliki PLN.

## 4.3 Perbandingan Dengan Hasil Pengukuran PLN

Setelah selesai melakukan konversi terhadap nilai-nilai tegangan yang diperoleh alat ukur, hasil dari perhitungan konversi dapat dilihat pada Tabel 4.3. Gambar 4.2 menunjukkan perbandingan dalam bentuk grafik antara nilai hasil konversi alat dengan pengukuran yang telah dilakukan PLN.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Konversi Nilai Alat yang dibuat

Jarak	Tegangan Terukur (V)	Medan Listrik Terukur PLN (kV/m)	Medan Listrik Terhitung (kV/m)
0	2,49	0,25	0,25
1	2,86	0,28	0,278
2	2,99	0,29	0,287
3	2,59	0,27	0,26
4	2,44	0,24	0,25
5	1,86	0,21	0,212
6	1,45	0,19	0,185



Gambar 4.2 Grafik perbandingan hasil konversi pengukuran alat yang dibuat dengan alat PLN

Dari hasil perhitungan konversi yang sudah dilakukan bisa dilihat bahwa nilai konversi alat hingga jarak 5m dari bawah andongan memiliki nilai yang sama dengan alat konvensional yang dimiliki oleh PLN.

Data yang sudah didapat tadi dibuktikan kembali dengan menggunakan rumus medan listrik pada persamaan 2.2.

$$E = \frac{V\sqrt{3}}{X \ln \frac{D}{r^2}}$$

$$E = \frac{150000\sqrt{3}}{17,5 \ln \frac{2 \times 19}{19^2}}$$

$$E = \frac{15000\sqrt{3}}{115,325}$$

$$E = 2252,83 \frac{V}{m}$$

$$E = 2,25 \frac{kV}{m}$$

Berikut ini adalah besar medan listrik dari jarak 0 hingga 6 meter menurut perhitungan, terdapat pada tabel

Tabel 4.4 Hasil perhitungan medan listrik

Jarak	Medan Listrik (kV/m)
0	2,255
1	2,251
2	2,241
3	2,223
4	2,199
5	2,168
6	2,133

Bisa diambil kesimpulan bahwa alat yang dibuat sudah berfungsi dengan baik hal ini bisa dilihat dari hasil pengukuran yang sudah sesuai dengan rumus medan listrik. Dimana, titik pengukuran adalah pembagi dari muatan listrik yang bergerak. Sehingga semakin jauh titik pengukuran, akan semakin kecil medan listrik yang ditimbulkan.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian serta analisa yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini tingkat linier antara alat yang dibuat dengan alat konvensional setelah dianalisa menggunakan persamaan regresi ialah 97,14%.
2. Pada penelitian ini medan listrik terbesar ialah ketika jarak dari andongan 2m dengan nilai 2,99 kV/m dan nilai terendah didapat ketika jarak 6m dari andongan yaitu sebesar 1,45kV/m
3. Terdapat sedikit perbedaan pada pengukuran ke-6 dan ke-7, hal ini mungkin disebabkan faktor internal seperti drop tegangan, suhu, kelembaban, serta cuaca saat melakukan pengukuran.

#### **5.2 Saran**

1. Perlu digunakan sensor pendeteksi medan listrik untuk hasil yang lebih akurat.
2. Bisa dilakukan percobaan dengan alat-alat rumah tangga seperti microwafe, televisi, dan alat elektronik lainnya. Untuk mengetahui berapa besar medan listrik yang ditimbulkan dari alat-alat tersebut

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rakosh Das Begamudre, *Extra High Voltage AC transmission Engineering*. New Age International, India, 2011.
- [2] Syafril Ramadan, Hendra Zulkarnain, "Perbandingan kuat medan listrik di bawah saluran transmisi 150 kv antara g.i. t.kuning dan g.i. berastagi berdasarkan pengukuran dan perhitungan dengan menggunakan metode bayangan", Skripsi, Universitas Sumatera Utara, 2013.
- [3] H. Anggarifyandi, "Analisis perbandingan pengukuran dan perhitungan medan listrik pada saluran udara tegangan ekstra tinggi 500 kV," Skripsi, Universitas Diponegoro, 2005.
- [4] W. Lukmantono, I. S. Mahmudsyah, M. Eng, and I. T. Yuwono, "Studi perencanaan saluran transmisi 150 kV bambe incomer," Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh November, 2013.
- [5] Tyo Fabian Fadel, "Rancang bangun pengisi daya baterai nirkabel menggunakan metode induksi medan-dekat," Skripsi, Universitas Islam Indonesia, 2015.
- [6] I. B. A. Swamardika, "Pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik terhadap tesehatan manusia," *Teknol. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 106–109, 2009.
- [7] Warindi, "Dampak lingkungan saluran udara tegangan extra tinggi," Skripsi, Universitas Gadjah Mada, 1994.