

# PEMAJANAN MEDAN ELEKTROMAGNETIK PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI (SUTT) 150 KV DI PROPONSI RIAU

Suwitno, Fri Murdiya

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru  
Email : suwitnowd@yahoo.co.id

## ABSTRAK

Pengaruh radiasi medan listrik dan medan magnet terhadap kesehatan manusia dan perkembangan makhluk hidup sudah menjadi masalah lingkungan bagi PT. PLN (Persero). Ambang batas kuat medan listrik dan kuat medan magnet dari SUTT 150 kV yang ada pada sistem transmisi yang melewati Provinsi Riau perlu dipantau setiap saat, apakah sudah berdasarkan rekomendasi IRPA/INIRC,WHO 1990, SNI 04-6950-2003 dan IEEE std. C95.6-2000. Tulisan ini memberikan informasi kondisi kuat medan magnet dari pengukuran langsung ke lapangan dan perhitungan kuat medan listrik dengan persamaan karakteristik impedansi, kemudian dibandingkan dengan rekomendasi IRPA/INIRC,WHO 1990, SNI 04-6950-2003 dan IEEE std. C95.6-2000. Hasil pemantauan besaran pemajanan kerapatan medan magnet tertinggi pada transmisi SUTT 150kV di Riau sebesar 90  $\mu$ T, keberadaan radiasi medan magnet ini, masih lebih rendah dari kerapatan medan magnet standar 100  $\mu$ T. Sedangkan kuat medan listrik 70 V/m lebih rendah dari standar 5 kV/m. Keberadaan radiasi medan elektromagnetik pada SUTT 150 kV di Riau adalah aman untuk kesehatan manusia yang berdasarkan pada standar.

*Kata kunci : Kuat medan magnet dan listrik, rekomendasi IRPA/INIRC,WHO 1990,*

## 1. Pendahuluan

Energi listrik yang dihasilkan oleh unit PLTA Koto Panjang didistribusikan ke berbagai daerah dengan sistem interkoneksi melalui transmisi gardu induk (TRAGI) yang tersebar di berbagai daerah, seperti Tragi Koto Panjang, Tragi Garuda Sakti, Tragi Teluk Lembu, Tragi Duri, Tragi Dumai dan Tragi bagan Batu. Antar tragi dihubungkan oleh suatu jaringan dengan tegangan 150 kV yang juga disebut dengan saluran udara tegangan tinggi (SUTT).

Lintasan dari SUTT ini melewati kawasan permukiman, pertanian (sawah, kebun), hutan, semak belukar dan sebagainya. Keberadaan jaringan SUTT ini akan dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti dampak sosial ekonomi, keresahan masyarakat (psikologi),

pengaruh terhadap peralatan elektronik yang dimiliki masyarakat. Selain dampak tersebut di atas juga dapat menyebabkan sengatan arus listrik, yang kemungkinan dapat berasal dari tanaman yang menyentuh jaringan SUTT. Kecenderungan dampak negatif tersebut di atas disebabkan oleh efek medan listrik dan medan magnet. Efek medan listrik dan magnet dapat menyebabkan gejala stress, karena kejutan akibat peluahan elektrostatik atau karena bersentuhan dengan benda-benda bermuatan listrik. Jadi efek ini berpengaruh pada aspek-aspek psikologis (rasa takut dan lain-lain) dan kenyamanan lingkungan. Terutama, hal ini sangat besar pengaruhnya pada masyarakat awam yang kurang mempunyai pengetahuan tentang listrik.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Ambang Batas Medan Listrik dan Medan Magnet

Rekomendasi IRPA/INIRC untuk batas exposure terhadap medan listrik dan medan magnet yang berlaku pada lingkungan kerja dan umum untuk frekuensi 50/60 Hz pada tabel berikut<sup>[1,2]</sup> :

Tabel 2.1. Rekomendasi IRPA/INIRC untuk batas exposure terhadap medan listrik dan medan magnet yang berlaku pada lingkungan kerja dan umum untuk frekuensi 50/60 Hz.

Klasifikasi	Medan Listrik (kV <sub>rms</sub> /m)	Kuat fluksi Magnetik (mT <sub>rms</sub> )
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lingkungan Kerja :                             <ol style="list-style-type: none"> <li>Sepanjang hari kerja</li> <li>Waktu singkat</li> <li>Anggota tubuh</li> </ol> </li> <li>Lingkungan Umum:                             <ol style="list-style-type: none"> <li>Sampai 24 jam /hari<sup>c)</sup></li> <li>Beberapa jam /hari</li> </ol> </li> </ul>	10 30 <sup>a)</sup> - 5 10	0,5 5 <sup>b)</sup> 25 0,1 1

Catatan :

- Lama exposure untuk kuat medan listrik antara 10-30 kV/m dapat dihitung dengan rumus :  $t \leq 80/E$  dimana  $t$  = lama exposure (jam) dan  $E$  = Kuat medan listrik (kV/m)
- Lama exposure maksimum per hari adalah 2 jam
- Berlaku pada ruangan terbuka, seperti tempat-tempat rekreasi, lapangan dan sebagainya.
- Batas exposure dapat dilampaui untuk selama beberapa menit per hari dengan syarat dilakukan upaya-upaya pencegahan efek gending tak langsung.

Pedoman IRPA mensyaratkan Kuat medan listrik = 5 kV/m dan Kerapatan medan listrik = 100  $\mu$ T untuk daerah pemukiman. Rekomendasi IRPA/INIRC ini juga sama dengan SNI 04-6950-2003, Badan Standarisasi Nasional tentang Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) - Nilai Ambang Batas Medan Listrik dan Medan Magnet<sup>[1]</sup>

### 2.2 Rekomendasi WHO 1990<sup>[1,2]</sup>

WHO pada tahun 1990 memberikan rekomendasi untuk nilai ambang batas medan magnet dan medan listrik seperti terlihat pada tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Nilai Ambang Batas Medan Listrik

Intensitas Medan Listrik (kV/m)	Lama Exposure/24 jam Yang diperbolehkan (menit)
5	Tidak terbatas
10	180
15	90
20	10
25	5

Bagi masyarakat umum, WHO 1990 merekomendasikan tingkat exposure maksimum adalah 100  $\mu$ T untuk medan magnet dan 5 kV/m untuk medan listrik.

### 2.3 Standar IEEE std. C95.6-2000

IEEE std. C95.6-2000 *for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields, 0-3 kHz*, memberikan batasan kuat medan listrik dan magnet yang dizinkan untuk khalayak ramai (general public) dan lingkungan kerja (controlled environment) berdasarkan rentang frekuensi adalah sebagai berikut<sup>[3]</sup>:

Tabel 2.4. Limit Kuat Medan Magnet yang diizinkan berdasarkan IEEE std. C95.6-2000

Selang Frekuensi (Hz)	Kuat fluksi Magnetik B <sub>rms</sub> (mT)	
	General Public	Controlled Environment
< 0.153	118	353
0.153-20	18,1/f	54,3/f
20-759	<b>0,904</b>	<b>2,71</b>
759-3000	687/f	2060/f

$f$  adalah frekuensi sistem dalam Hz

Tabel 2.5. Limit Kuat Medan Listrik yang diizinkan berdasarkan IEEE std. C95.6-2000

General Public		Controlled Environment	
Selang Frekuensi (Hz)	Medan Listrik $E_{rms}$ (kV/m)	Selang Frekuensi (Hz)	Medan Listrik $E_{rms}$ (kV/m)
1 - 368	5	1 - 272	20
368 - 3000	$1,84 \times 10^3/f$	272 - 3000	$5,44 \times 10^3/f$
3000	6,14	3000	1,813

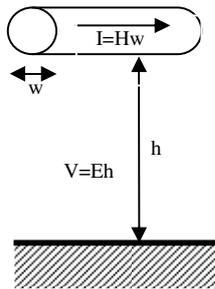
$f$  adalah frekuensi sistem dalam Hz

## 2.4 Persamaan Kuat Medan Listrik Dengan Menggunakan Persamaan Karakteristik Impedansi [5]

Karakteristik impedansi dari saluran transmisi merupakan perbandingan tegangan  $V$  dengan kuat arus  $I$  yang melewati saluran transmisi. Karakteristik impedansi dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini :

$$Z_0 = \frac{V}{I} \dots\dots\dots (1)$$

untuk sebuah medan saluran transmisi,  $V = Eh$  dan  $I = Hw$ , dimana  $E$  adalah kuat medan listrik dan  $H$  adalah kuat medan magnet. Sedangkan  $h$  adalah tinggi penghantar dari tanah dan  $w$  adalah strip penghantar seperti yang terlihat pada Gambar 1. berikut ini :



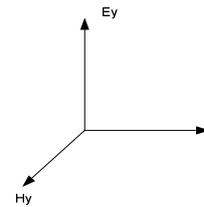
Gambar 1. Prespektif medan listrik dan medan magnet

Persamaan karakteristik impedansi dari medan saluran transmisi dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Z_0 = \frac{V}{I} = \frac{Eh}{Hw} \dots\dots\dots (2)$$

misalkan  $h = w$ , maka karakteristik impedansinya adalah :

$$Z_0 = \frac{E}{H} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \cong 120\pi \dots (3)$$



Gambar 2. Komponen medan elektromagnetik melalui sistem koordinat

Berdasarkan gambar di atas diasumsikan bahwa suatu penghantar dengan arah sumbu  $x$ . Medan listrik  $E$  mempunyai komponen  $E_y$  dengan arah sumbu  $y$ , dan medan magnetik  $H$  mempunyai komponen  $H_z$  dengan arah sumbu  $z$ .

$$H_y = \frac{B_z}{\mu_0} \dots\dots\dots (4)$$

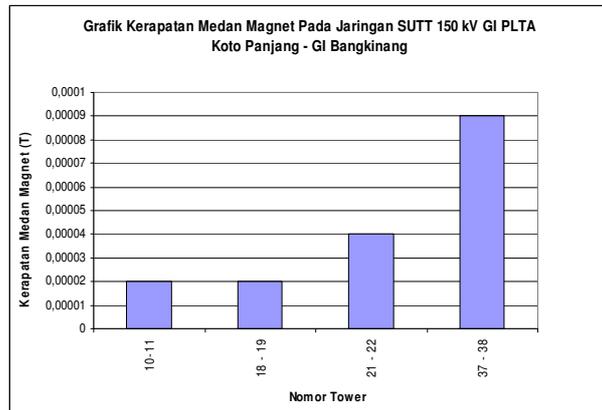
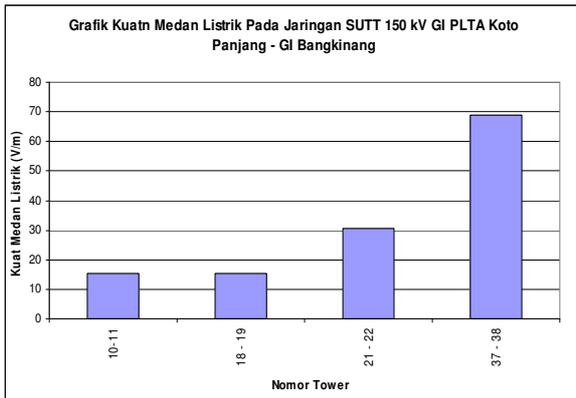
Dari persamaan (2),(3) dan (4) maka didapatkan :

$$E_y = \frac{Z_0 B_z w}{h \mu_0} \dots\dots\dots (5)$$

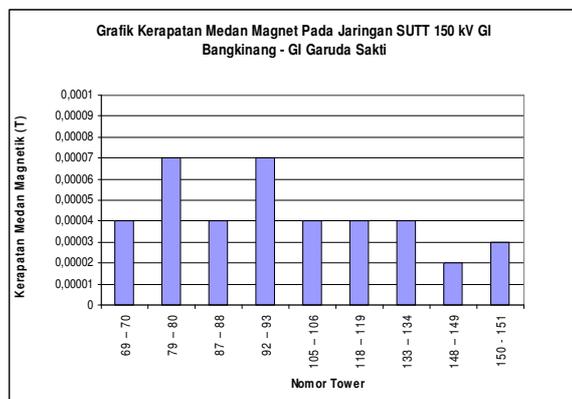
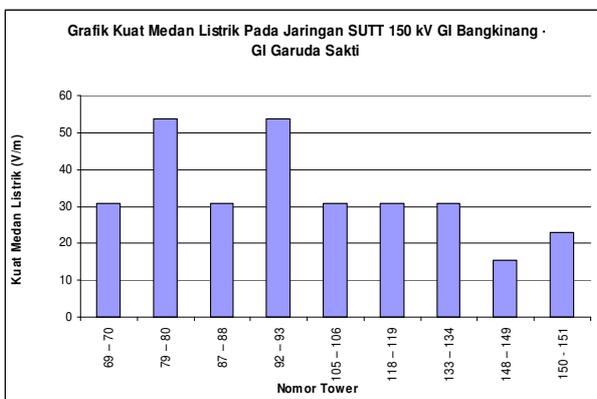
- dimana :  $E_y$  = Kuat medan medan listrik pada sumbu  $y$  ( V/m )
- $\mu_0$  = Permeabilitas udara (  $4\pi \cdot 10^{-7}$  H/m )
- $B_z$  = Medan magnet pada sumbu  $z$  ( T )
- $Z_0$  = Karakteristik impedansi (  $\Omega$  )
- $h$  = Tinggi konduktor dari tanah ( m )
- $w$  = Luas penampang/Strip konduktor ( m )

## 3. Hasil Pengukuran

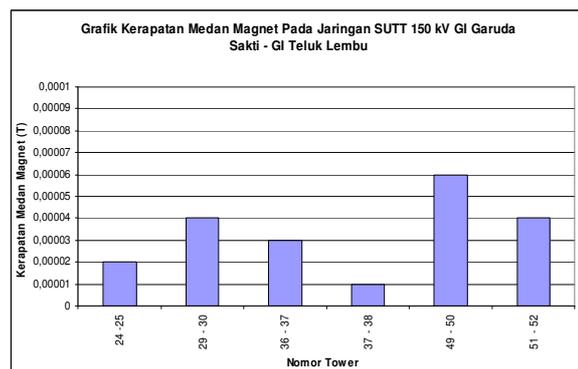
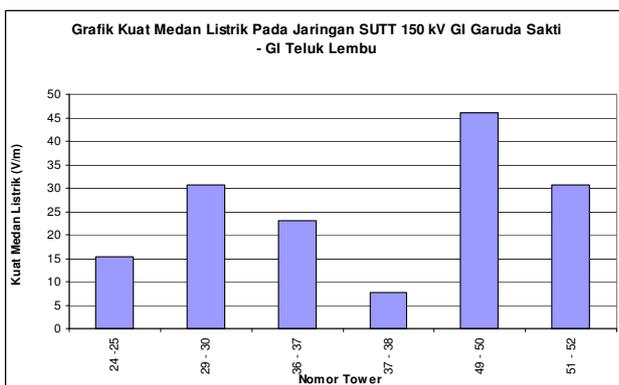
Hasil pengukuran kuat medan magnet dengan menggunakan alat FH 51 Gauss/Teslameter dan perhitungan kuat medan listrik pada jaringan SUTT 150 kV (dimana:  $h = 17$  m dan LuasPenampang ACSR =  $150\text{mm}^2$ ) sebagai berikut:



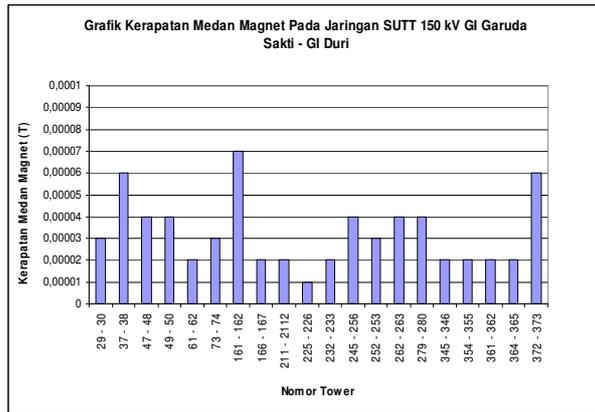
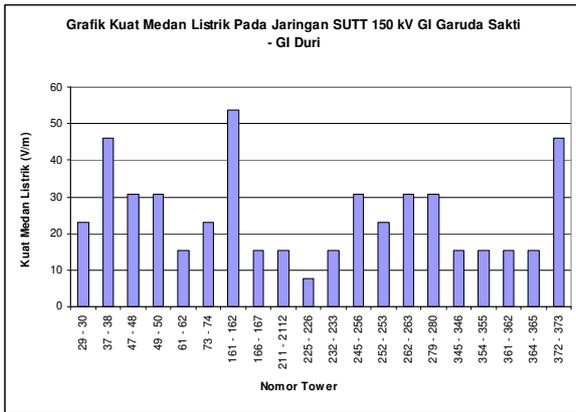
Gambar 2. Distribusi Kuat Medan Listrik dan Kerapatan Medan Magnet SUTT 150kV GI PLTA Koto Panjang - GI Bangkinang



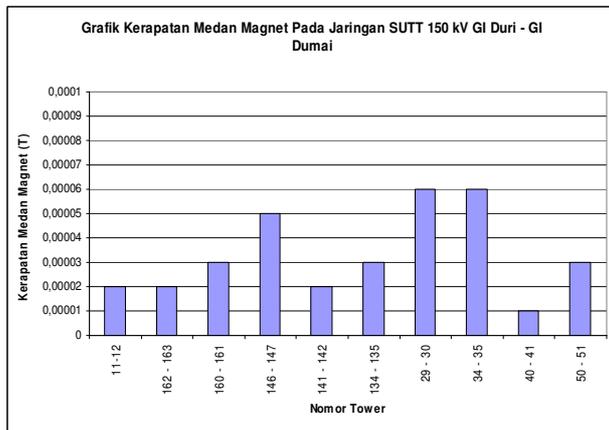
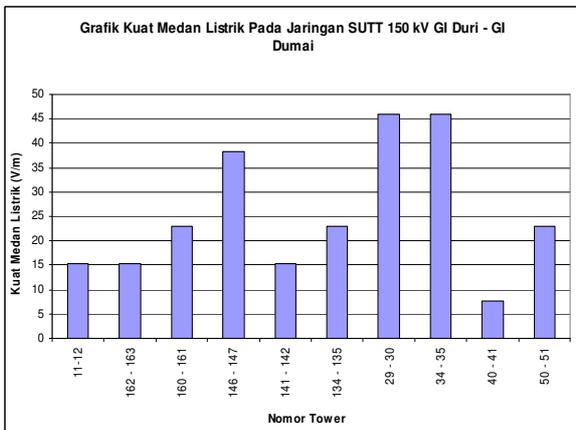
Gambar 3. Distribusi Kuat Medan Listrik dan Kerapatan Medan Magnet SUTT 150kV GI Bangkinang - GI Garuda Sakti



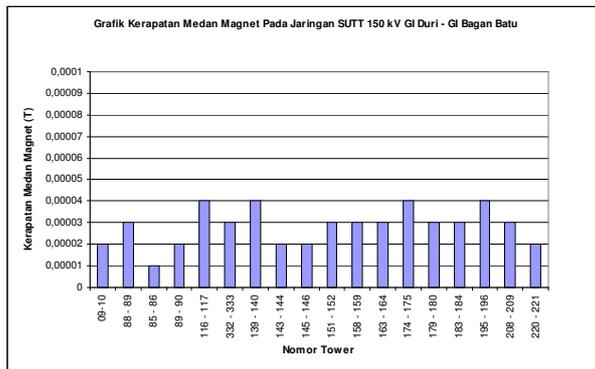
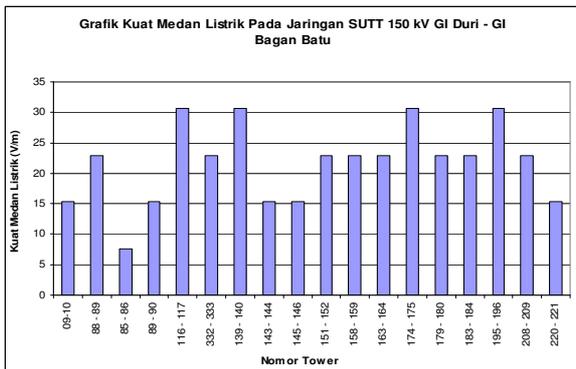
Gambar 4. Distribusi Kuat Medan Listrik dan Kerapatan Medan Magnet SUTT 150kV GI Garuda Sakti - GI Teluk Lembu



Gambar 5. Distribusi Kuat Medan Listrik dan Kerapatan Medan Magnet SUTT 150kV GI Garuda Sakti – GI Duri



Gambar 6. Distribusi Kuat Medan Listrik dan Kerapatan Medan Magnet SUTT 150kV GI Duri - GI Dumai



Gambar 7. Distribusi Kuat Medan Listrik dan Kerapatan Medan Magnet SUTT 150kV GI Duri - GI Bagan Batu

#### 4. Pembahasan

Dari Gambar 2. Grafik kerapatan medan magnet untuk jaringan GI PLTA Koto Panjang – GI Bangkinang pada antara tower 37-38 merupakan kerapatan tertinggi adalah  $90\mu\text{T}$ , masih di bawah ambang batas yang di rekomendasikan oleh IRPA/INIRC, WHO1990 dan SNI 04-6950-2003 yaitu  $0,0001$  Tesla dan masih dibawah IEEE std. C95.6-2000 yaitu  $90,4\mu\text{T}$  untuk lingkungan umum.

Dari Gambar 2. Grafik kuat medan listrik untuk jaringan GI PLTA Koto Panjang – GI Bangkinang pada antara tower 37-38 merupakan kuat medan listrik tertinggi yaitu  $70\text{ V/m}$ , masih di bawah ambang batas yang di rekomendasikan oleh IRPA/INIRC, WHO1990, SNI 04-6950-2003 dan IEEE std. C95.6-2000 yaitu  $5\text{kV/m}$ .

Dari kedua grafik kerapatan medan magnet dan kuat medan listrik di atas, faktor cuaca (hujan gerimis) mempertinggi nilai kuat medan listrik dan kerapatan medan magnet. Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)  $150\text{ kV}$  yang melintasi Riau berdasarkan hasil penelitian adalah aman menurut rekomendasi IRPA/INIRC, WHO 1990 dan SNI 04-6950-2003.

#### 5. Kesimpulan

1. Dari hasil pengukuran dan perhitungan medan magnet dan medan listrik pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT)  $150\text{ kV}$  Riau masih berada di bawah ambang batas  $100\mu\text{T}$ , nilai tertinggi medan magnet di bawah jaringan SUTT  $90\mu\text{T}$ , sedangkan medan listrik juga masih di bawah ambang batas  $5\text{ kV/m}$ , nilai tertinggi medan listrik di bawah jaringan SUTT  $70\text{ V/m}$ .
2. Faktor lingkungan mempengaruhi kenaikan kuat medan listrik dan kerapatan medan magnet.
3. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan, Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)  $150\text{ kV}$  Riau adalah aman berdasarkan rekomendasi IRPA/INIRC,WHO 1990, SNI 04-6950-2003 dan IEEE std. C95.6-2000.

#### 6. Saran

Dari hasil penelitian ini, dapat dikembangkan ke penelitian lebih lanjut yaitu :

1. Pengaruh medan magnet dan medan listrik terhadap peralatan elektronik yang berada di bawah Saluran Udara Tegangan Tinggi  $150\text{kV}$ .
2. Pengaruh medan magnet dan medan listrik terhadap pertumbuhan tanaman di bawah SUTT  $150\text{ kV}$ .

#### 7. Daftar Pustaka

- [1]. **N.N**, 2003 “*Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)- Nilai Ambang Batas Medan Listrik dan Medan Magnet*” SNI-04-6950-2003, Badan Standarisasi Nasional.
- [2]. **K.T. Sirait, Parouli Pakpahan**,1995 “*Sekilas Mengenai Medan Elektromagnetik pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi* “, Seminar Terbuka Jaringan Listrik Tegangan Ekstra Tinggi dan Permasalahannya, ITB,Bandung
- [3]. **N.N**, 2000 “*IEEE std. C95.6-2000 for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields, 0–3 kHz*” IEEE Std.
- [4]. **N.N**,1989 “*Interm Guidelines on Limit of Exposure to 50/60Hz Electric and Magnetic Field*” Radiation Healt Series No.30, National Health and Medical Research Council, Australia.
- [5]. **Kraus,Jhon D**, “*Electromagnetic*”, Mc Graw Hill International, 1992.