INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

# KESESUAIAN HASIL PENGUKURAN PAJANAN RADIASI ELEKTROMAGNETIK SUTET DENGAN STANDAR WHO DI PT PLN (Persero) APP CAWANG JAKARTA TAHUN 2015

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Kesehatan**


Oleh

SRI ANDAYANI PURWANDARI

031321019


**PROGRAM STUDI KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA**

**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN BINAWAN**

**JAKARTA**

**2015**

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

**KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas akademik Sekolah Tinggi Kesehatan Binawan, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : SRI ANDAYANI PURWANDARI

NIM : 031321019

Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Binawan **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul ***"Kesesuaian Hasil Pengukuran Pajanan Radiasi Elektromagnetik SUTET dengan Standar WHO di PT PLN (Persero) APP Cawang Jakarta Tahun 2015".***

Beserta perangkat yang ada (apabila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja STIKes Binawan berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikan dan menampilkan/ mempublikasikan di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Jakarta

Pada September 2015

Yang menyatakan :

(.....)

# LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

| | |
|---|---|
| Nama | : Sri Andayani Purwandari |
| NIM | : 031321019 |
| Program Studi | : Keselamatan dan Kesehatan Kerja |

Skripsi ini telah dipertahankan di Hadapan Penguji Skripsi Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja STIKes Binawan Jakarta pada tanggal 28 Agustus 2015 dan telah diperbaikisesuai masukan Dewan Penguji.

Jakarta,September 2015

Penguji I

(Dr.M Toris.Z.MPH.Sp.KL)

Penguji II

(Djamal Thaib. S.IP.M.Sc)

Penguji III

(Imelda Husdiani. ST.M.Kes)

# HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Sri Andayani Purwandari

NIM : 031321019




Tanggal : Jakarta, September 2015

# Daftar Riwayat Hidup



## Biodata

Nama : Sri Andayani Purwandari

Jenis kelamin : Perempuan

Tempat, tanggal lahir : Jakarta , 10 Juli 1974

Agama : Islam

Alamat lengkap : PTB. Duren sawit timur VIII, Blok R 2 no 4

Telepon, HP : 087870249175 / 085771000825

E-mail : diniseno74@gmail.com

## Pendidikan

1980 – 1986 : SD Negeri 02 pagi, Jakarta

1986 - 1989 : SMP Negeri 195, Jakarta

1989 - 1992 : SMIP DKI, Jakarta

1992 - 1995 : Diploma III Sekolah Tinggi Manajemen Transport Trisakti Jakarta

2013 – Sekarang : S1 program ekstensi. Kesehatan dan Keselamatan Kerja . Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Binawan.

## Pengalaman Kerja

1995 -1996 Bekerja di PT. United Parcel Service , Staf HRD

1996 -1997 Bekerja di ASTRA INDONESIA ,Staf Marketing div Peugeout

1997-2000 Bekerja di AIR PARCEL SERVICE , Staf Marketing

2002 -2003 Bekerja di PT. INDOMOBIL Bandung Staf Marketing div Renoult

2003 -2008 Bekerja di Air Delivery Service ,Marketing

# KATA PENGANTAR

Alhamdulilah, puji dari syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul .***"Kesesuaian Hasil Pengukuran Pajanan Radiasi Elektromagnetik SUTET dengan Standar WHO di PT PLN (Persero) APP Cawang Jakarta Tahun 2015"*** Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan tugas akhir program studi Keselamatan dan Keseehata Kerja di STIKes Binawan. Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bentuan dari berbagai pihak, baik bantuan moril dan materiil. Oleh Karena itu penulis ingin berterima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua saya yang selalu saya cintai karena tak hentinya memberikan doa , dukungan, dan semangat untuk saya.
2. Bapak Dr. M. Toris Z. MPH SpKL selaku kepala Program Studi K3 STIKes Binawan yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi.
3. Bapak Djamal Thaib. S.IP. M.Sc selaku pembimbing akademik yang sangat banyak memberikan arahan dan masukan terkait skripsi ini.

4. Bapak Syaeful Anwar selaku manager *HSE* PT. PLN (PERSERO). App Cawang.
5. Bapak Djoko selaku Supervisor HSE PT. PLN (PERSERO). App Cawang.
6. Teman – teman seperjuangan K3 STIKes Binawan baik program A dan program B reguler maupun non reguler
7. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang juga turut andil membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan baik dilihat dari segi menyajikan data maupun penulisannya. Kritik dan saran membangun sangat diharapkan demi penulisan selanjutnya yang lebih baik.

Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Jakarta, 20 agustus 2015

Sri Andayani Purwandari

# ABSTRAK

Nama : Sri Andayani Purwandari
Program : Kesehatan dan Keselamatan Kerja
Judul : Kesesuaian Hasil Pengukuran Pajanan Radiasi Elektro magnetik SUTET di PT. PLN (Persero) APP Cawang. Jakarta Tahun 2015.

## ABSTRAK

Adanya kejadian pengaruh pajanan radiasi elektromagnetik *yang* terjadi pada pekerja PT. PLN (Persero) APP Cawang dikarenakan adanya hubungan dengan hasil pengukuran medan elektromagnetik pada SUTET dengan standar WHO .Metode Penelitian yang digunakan adalah deskriptif komparatif, yaitu membandingkan hasil pengukuran dari medan elektromagnetik (medan magnet) pada SUTET bertegangan 150 kV di PT. PLN(Persero) APP dengan standar WHO (World Health Organization) Tentang Ambang Batas faktor fisika dan kimia di tempat kerja dalam pengukuran radiasi frequensi gelombang elektromagnetik

Adapun jumlah Tempat / Titik Pengukuran yang di teliti peneliti adalah (Dua) tiang dan 6 (Enam) titik posisi pengukuran pada Saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) dengan tegangan 150 kV di dalam lingkungan PT. PLN (persero) APP Cawang

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat diambil kesimpulan umum yaitu Dengan adanya pengukuran yang sesuai dengan standart dan nilai ambang batas di WHO serta kegiatan dan prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang baik dapat mencegah bahaya paparan radiasi yang terjadi pada Saluran Tegangan Extra Tinggi (SUTET) sehingga menjadikan tempat yang aman bagi pekerja di PT. PLN (Persero).

## ABSTRACT

The scene influence of radiation exposure electromagnetic happened on workers PT .PLN ( persero ) APP Cawang., because the connection with the measurement result electromagnetic fields in sutet with a standard who research methodology used is descriptive comparative, namely compare the measurement result of electromagnetic fields ( the field magnet in sutet bertegangan 150 kv in .PT. PLN with a standard WHO on threshold of factors physics and chemistry at work in the measurement of radiation frequensi electromagnetic waves the number of place / point measurements in minutely researchers is 2 ( two ) masts and 6 ( six ) the point position measurement in the air passages voltage extra high ( sutet ) to voltage 150 kv in the based on the research do. PT. PLN ( persero ) APP Cawang. Jakarta that has been carried by researchers, can be taken general conclusions namely with existence of the measurement in accordance with standart and value of the brick




INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

## DAFTAR ISI


**HALAMAN JUDUL** ..... i

**LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI** ..... ii

**LEMBAR PENGESAHAN** ..... iii

**RIWAYAT HIDUP** ..... iv

**KATA PENGANTAR** ..... v

**ABSTRAK** ..... vii

**DAFTAR ISI** ..... viii

**DAFTAR TABEL** ..... xii

**DAFTAR GAMBAR** ..... xiii

**DAFTAR LAMPIRAN** ..... xiv

**BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Masalah Penelitian ..... 3

1.3 Perumusan Masalah ..... 4

1.4 Tujuan Penelitian ..... 4

1.5 Manfaat Penelitian ..... 5

1.6 Ruang Lingkup penelitian ..... 6

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA KONSEP**


2.1. Tinjauan Pustaka..... 7

2.1.1. Radiasi Elektromagnetik..... 7

2.1.1.1. Teori medan magnet dan medan listrik..... 7

2.1.1.2. Spektrum Medan Elektromagnetik..... 9

2.1.1.3. Saluran Transmisi Udara Extra Tinggi (SUTET)..... 11

2.1.1.4. Radiasi Elektromagnetik pada SUTET..... 14

2.1.2. Evaluasi pajanan gelombang elektromagnetik..... 16

2.1.2.1. Pengukuran gelombang elektromagnetik..... 16

2.1.2.2. Nilai Ambang Batas (NAB) pada SUTET ..... 18

2.1.3. Dampak pajanan elektromagnetik SUTET..... 23

2.1.3.1. Pengaruh Arus Induksi pada tubuh ..... 26

2.1.3.2. Minimalisasi Bahaya Gelombang Elektromagnetik SUTET..... 28

2.2. Kerangka Konsep..... 32


**BAB III METODELOGI PENELITIAN**


3.1 Jenis atau Rancangan penelitian..... 33

3.2 Waktu Penelitian..... 34

3.3 Tempat atau titik pengukuran..... 34

3.4 Definisi Operasional..... 35

3.5. Pengelolaan Data Penelitian..... 36

3.6. Pengumpulan Data..... 36

**BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... 38**

4.1 Realitas SUTET yang ada di PT. PLN (Persero) APP Cawang

4.1.1. Profil Perusahaan PT. PLN (Persero) APP Cawang..... 38

4.1.2. Visi dan Misi PT PLN (PERSERO) App Cawang..... 40

4.1.3. SUTET di PT. PLN (Persero) App cawang..... 40

4.2 Proses pengukuran pajanan radiasi elektromagnetik di SUTET di PT. PLN (Persero) APP Cawang..... 42

4.2.1. Alat yang digunakan..... 42

4.2.2. Spesifikasi Alat EMF FIELD TESTER / EMF-822A..... 44

4.2.3. Prosedur Penggunan Alat ..... 45

4.2.4. Data sekunder hasil pengukuran PT. PLN(Persero)..... 46

4.3. Hasil pengukuran SUTET dan kesesuaian dengan Standar WHO di PLN APP Cawang..... 48

4.3.1. Hasil Pengukuran SUTET..... 38

4.3.2. Kesesuaian dengan Standar WHO..... 50

4.3.3. Dampak yang ditimbulkan oleh medan elektromagnetik di SUTET PT. PLN APP Cawang ..... 50

4.3.4. Minimalisasi dampak radiasi elektromagnetik..... 54

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan..... 56

5.2. Saran..... 58

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

# DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai rapat arus induksi terhadap efek biologis menurut standar WHO tahun 1987 ..... 19

Tabel 2. Batas Pajanan Medan Listrik dan Medan Magnet 50 – 60 Hz Standar WHO ..... 20

Tabel 3. Nilai Ambang Batas KEPMENKER RI no 13/MEN/X/2013..... 42

Tabel 4. Batas Pajanan Medan Listrik dan Medan Magnet standar Internasional ..... 22

Tabel 5. Batas Pajanan Medan Listrik dan Medan Magnet standar PT. PLN ..... 22

Tabel 6. Sensitifitas manusia terhadap arus listrik ..... 27

Tabel 7. Jarak aman minimum dan jarak peralatan berisolasi ..... 28

Tabel 8. Hasil pengukuran medan magnet medan listrik tahun 2010... 47

Tabel 9. Hasil pengukuran SUTET di PLN APP Cawang tahun 2015.. 48

Tabel 10. Kesesuaian dengan standar WHO pada SUTET di PLN APP Cawang ..... 49

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Medan magnet dan medan listrik pada bumi ..... 8
Gambar 2. Frekuensi medan listrik dan medan magnet ..... 10
Gambar 3. Gelombang elektromagnetik ..... 11
Gambar 4. Medan listrik dan medan magnet pada SUTET ..... 11
Gambar 5. Contoh hasil pengukuran medan listrik pada SUTET ..... 17
Gambar 6. Contoh hasil pengukuran medan magnet pada SUTET ..... 17
Gambar 7. Arus Induksi pada sel tubuh manusia ..... 27
Gambar 8. Tubuh manusia dibawah pengaruh medan listrik dan medan magnet ..... 28
Gambar 9. Pakaian Konduktif ..... 22
Gambar 10. Kantor PT. PLN (Persero) APP Cawang ..... 38
Gambar 11. Jalur distribusi PT. PLN (Persero) APP Cawang ..... 39
Gambar 12. Alat Pengukur Elektromagnetik EMF-822A ..... 43

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Struktur Organisasi ..... L1

Lampiran 2. Front Panel Description EMF-822A ..... L2

Lampiran 3. Form prosedur pemeriksaan kesehatan ..... L3

Lampiran 4. Hasil Medical Check Up ..... L4

Lampiran 5. Dokumentasi ..... L5




INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

# BAB I
# PENDAHULUAN

PERPUSTAKAAN ASLI STIKES BINAWAN

## 1.1. Latar Belakang

Keberadaan listrik hampir tidak bisa dipisahkan dari peradaban manusia . Dewasa ini hampir dipastikan akan sulit hidup tanpa listrik. Agar semua penduduk Indonesia dapat menikmati listrik, tentu diperlukan pembangunan banyak pembangkit listrik beserta saluran transmisinya. Arismunandar, A., dkk., (1979) menyatakan tenaga listrik diklasifikasikan menjadi empat level tegangan yaitu; 1) tegangan rendah (110V–220/380 V), 2) tegangan menengah (6 kV–22 kV), 3) tegangan Tinggi (66 kV – 150 kV) dan 4) tegangan extra Tinggi (500kV)

Seiring terus bertambahnya permintaan penggunaan listrik dan untuk memberikan pelayanan kepada konsumen khususnya masyarakat dan perindustrian di Indonesia maka PT. PLN (Persero) membangun saluran transmisi udara yang kabelnya memiliki tegangan listrik 70, 150 dan 500kV yang tersebar di wilayah Indonesia. Semakin tinggi tegangan saluran transmisi maka kemampuannya menyalurkan daya listrik juga semakin besar. Oleh karena itu SUTET harus dioperasikan secara benar sesuai dengan standar tehnis agar aman .

Dalam menyalurkan energi listrik tersebut SUTET dapat menimbulkan radiasi baik radiasi medan magnet maupun radiasi medan listrik dimana pajanan radiasi tersebut memiliki potensi bahaya. Berbagai macam kekhawatiran muncul akan dampak SUTET terhadap kesehatan

khususnya bagi para pekerja yang langsung berhubungan dengan aliran listrik tegangan tinggi. Sehingga kita harus mengetahui apa akibat yang ditimbulkan oleh saluran transmisi tersebut.

Begitu banyak pendapat pro dan kontra yang dikeluarkan para ahli tentang bahaya radiasi SUTET terhadap kesehatan manusia ataupun pekerja di PT. PLN (Persero). Oleh karena itu dalam hal pencegahan dari potensi bahaya radiasi tersebut maka pekerja wajib menguasai SOP Pemakaian APD yang benar, Pengadaan program kesehatan kerja serta mengevaluasi pajanan radiasi gelombang elektromagnetik yang terdapat wilayah kerja SUTET tidak boleh melewati ambang batas yang ditentukan.

Menurut standarr International khususnya WHO (World Health Organization) telah memberikan batas atas medan listrik dan medan magnet yang terpapar secara langsung dan dalam waktu yang cukup lama. Besarnya 5kV/m untuk medan listrik dan 0,3 mT untuk medan magnetnya. (Sumber : Rekomendasi IRPA, INIRC dan WHO tahun 1990)

Selain itu juga ada standar menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : PERMENAKER. NO. 13/MEN/X/2013 Tentang Ambang Batas faktor fisika dan kimia di tempat kerja dalam pengukuran radiasi frequensi gelombang elektromagnetik. Nilai frequensi yang ada pada SUTET yaitu 30 Kz sampai dengan 100Kz mempunyai kekuatan medan listrik 614 A/m dan kekuatan medan magnet 163 A/m dengan rata rata waktu pemajanan 6 menit.

Pengukuran yang sesuai dengan standar nilai ambang batas yang ditentukan dapat mencegah bahaya paparan radiasi yang terjadi pada

Saluran Tegangan Extra Tinggi (SUTET) sehingga menjadikan tempat yang aman bagi pekerja di PT. PLN (Persero).

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana pajanan tersebut aman atau membahayakan. Maka hal ini perlu diadakan penelitian untuk mendapatkan realita bahwa SUTET tersebut sesuai dengan nilai ambang batas. Dalam penelitian ini penulis melakukan observasi terhadap SUTET di PT PLN (Persero) APP Cawang Jakarta. Sehingga hasil pengukuran dinyatakan aman terhadap para pekerja. Apabila hasil pengukuran tersebut tidak sesuai dengan nilai ambang batas, maka diperlukan tindakan atau evaluasi tersendiri agar bahaya SUTET dapat diminimalisir terhadap pekerja.

Penelitian ini bersifat observatif dengan pemaparan deskriptif yang menjelaskan dan memaparkan hasil pengukuran pada SUTET. Lengkapnya penelitian ini berjudul ; ***" Kesesuaian Hasil Pengukuran Pajanan Radiasi Elektromagnetik SUTET dengan Standar WHO di PT PLN (Persero) APP Cawang Jakarta Tahun 2015"***

## 1.2. Masalah Penelitian

Pekerjaan pada Saluran Tegangan Extra Tinggi (SUTET) terdapat potensi bahaya dari paparan radiasi elektromagnetik sehingga diperlukan pengukuran sesuai standar yang berlaku yaitu dengan rekomendasi IRPA, INIRC dan WHO tahun 1990 dan PERMENAKER. NO. 13/MEN/X/2013

agar tidak terjadi dampak negatif dari radiasi gelombang elektromagnetik pada pekerja di PT. PLN (Persero) APP Cawang. Jakarta.

Masalah penelitian dimaksudkan untuk memudahkan penelitian serta menunjukan hasil penelitian. Walaupun telah diketahui bahwa SUTET berdampak pada kesehatan pekerja namun, sejauh ini SUTET dilingkungan kerja ini belum pernah di evaluasi besar pajanan dan dampaknya.

## 1.3. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, munculah pertanyaan penelitian yaitu :

1.3.1. Bagaimanakah realitas SUTET yang ada di PLN APP Cawang?

1.3.2. Bagaimanakah proses pengukuran nilai ambang batas pajanan radiasi elektromagnetik di SUTET yang ada di PLN APP Cawang?

1.3.3. Bagaimanakah hasil pengukuran dan apakah ada kesesuaian dengan standar WHO dari hasil pengukuran SUTET di PLN APP Cawang tersebut ?

## 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian terhadap dampak radiasi SUTET dibagi menjadi dua tujuan, yakni :

1.4.1. Tujuan umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kesesuaian hasil pengukuran medan elektromagnetik pada SUTET dengan standar WHO (World Health Organization) di PT. PLN (Persero

1.4.2. Tujuan Khusus

1.4.2.1. Untuk mengetahui realita SUTET yang ada di PT. PLN (Persero) APP Cawang, Jakarta.

1.4.2.2. Untuk mengetahui proses pengukuran pajanan radiasi elektromagnetik .

1.4.2.3. Mengetahui hasil ukuran medan elektromagnetik pada SUTET, apakah sesuai atau tidak sesuai dengan standar WHO (World Health Organization).

## 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini ditunjukan kepada :

1.5.1. Bagi Penulis : Penelitian ini merupakan salah satu cara untuk menambah pemahaman tentang pengukuran pajanan radiasi elektromagnetik yang sesuai dengan NAB serta dampak bahaya radiasi bagi pekerja PT. PLN (Persero) App Cawang.

1.5.2. Bagi Institusi Pendidikan : Dapat mengembangkan keilmuan dan memberikan tambahan informasi dan memperkaya khasanah dalam ilmu pengetahuan, khususnya tentang Pajanan radiasi gelombang Elektromagnetik dan menambah bahan referensi kepustakaan, yang nantinya akan bermanfaat bagi para pembaca.

1.5.3. Bagi Institusi : Skripsi ini nantinya dapat digunakan sebagai informasi bagi perusahaan dan dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi pengukuran pajanan gelombang elektromagnetik di PT. PLN (Persero).

## 1.6. Ruang Lingkup Penelitian

1.6.1. Ruang lingkup penelitian ini meliputi disiplin ilmu pada prodi Keselamatan, Kesehatan kerja yang diaplikasikan pada pengukuran SUTET sehingga dapat diketahui aplikasi keilmuan K3 pada realita lapangan.

1.6.2. Tempat penelitian ini berlokasi di PT PLN (Persero) APP Cawang jakarta .

1.6.3. Penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan, mulai dari bulan Juli hingga Agustus 2015




INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA KONSEP

## 2.1. Tinjauan Pustaka

### 2.1.1. Radiasi Elektromagnetik

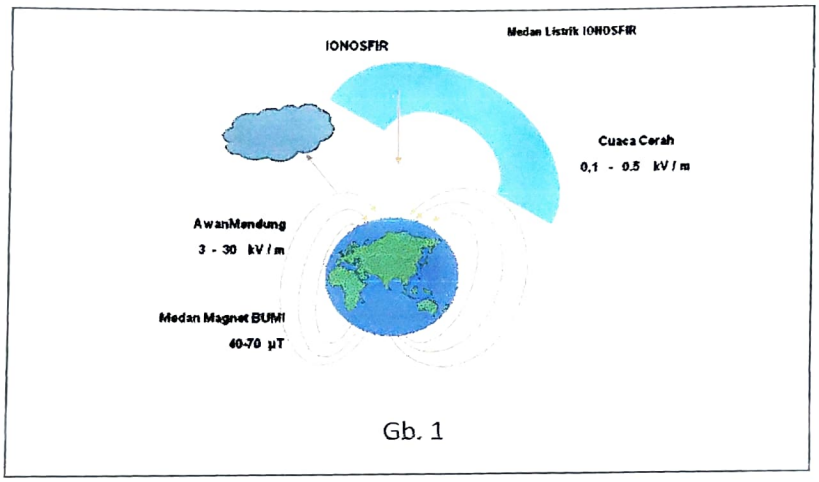
Istilah radiasi sering dianggap menyeramkan, sesuatu yang membahayakan, mengganggu kesehatan bahkan keselamatan. Menurut beberapa ahli, radiasi dapat menembus sel jaringan tubuh manusia secara perlahan–lahan dalam jangka waktu yang lama yang dapat menyebabkan infeksi, perdarahan, kardiovaskuler, katarak serta merusak sel dan jaringan tubuh manusia, Padahal di sekitar kita baik di rumah, di kantor, maupun di tempat umum, ternyata banyak sekali radiasi. Radiasi pada dasarnya adalah suatu cara perambatan energi dari sumber energi ke lingkungannya tanpa membutuhkan panas.

#### 2.1.1.1. Teori medan magnet dan medan listrik

Medan elektromagnetik yang berupa medan listrik dan medan magnet adalah gelombang yang dihasilkan oleh adanya sumber arus dan tegangan, medan listrik dan medan magnet secara alamiah dan sudah ada sejak bumi kita ini terbentuk. Medan listrik dan medan magnet secara bersama sama dinyatakan sebagai gelombang elektromagnetik.

Tanpa disadari bhwa mahluk hidup sebenarnya telah akrab dengan medan listrik dan medan magnet tersebut. Medan listrik dan medan magnet itu besarnya berfluktuasi sesuai waktu. Matahari sebagai

sumber energi primer ternyata juga menghasilkan gelombang elektromagnetik secara alami dan terus menerus. Medan listrik alam berkisar antara 0.5 kV/m pada cuaca baik dan 30 kV/m pada saat ada guruh/petir. Medan magnet alam 40 sampai 60 mikro tesla. (Gb.1)




Gb. 1

Medan listrik dinyatakan dengan satuan V/m. Medan ini ditimbulkan oleh adanya tegangan listrik. Satuan V/m menunjukan bahwa semakin jauh suatu objek dari sumber tegangan semakin rendah medan listrik yang terukur pada objek tersebut.

Medan magnet dinyatakan dengan besaran Tesla (1000 mili Tensla/mT) atau dapat juga dinyatakan dengan Gauss. Medan magnet berasal dari sumber arus listrik yang mengalir. Semakin besar arus yang mengalir akan mengakibatkan semakin besar medan magnet yang dihasilkan. Namun demikian, seperti halnya medan listrik, semakin jauh jarak sebuah objek dari sumber medan magnet semakin kecil paparan medan tersebut.

### 2.1.1.2. Spektrum Medan Elektromagnetik

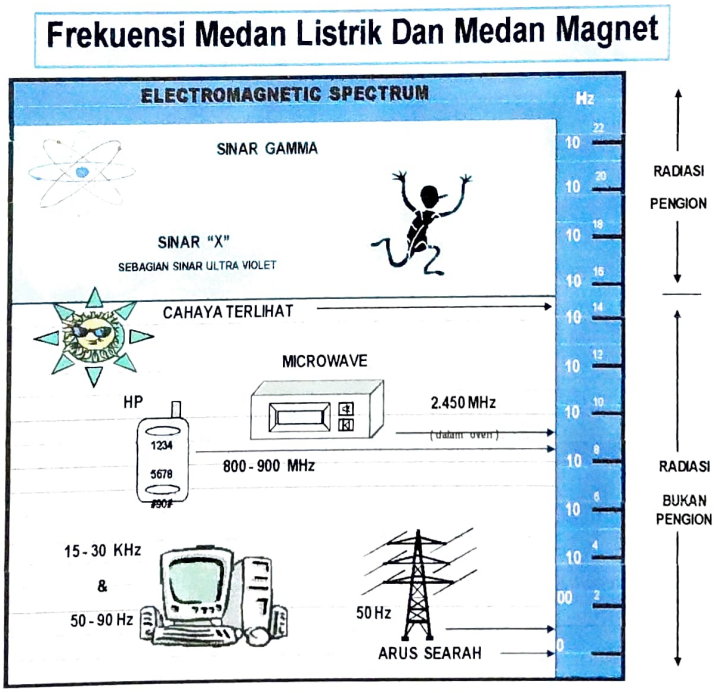
Selain gelombang listrik dan medan magnet alam, ada gelombang listrik dan medan magnet yang dihasilkan oleh tekhnologi buatan manusia yang kita yang sering kita gunakan seperti handphone, televisi, lemari pendingin, AC, kipas angin, pompa air, televisi, mesin tik elektronik, mesin photocopy, komputer dan printer, mesin las, kompresor, saluran udara tegangan rendah/menengah/tinggi, dan lain-lain. Jadi sebenarnya manusia telah beradaptasi sejak lahir dengan medan listrik dan medan magnet, Besar medan yang dihasilkan oleh peralatan listrik tersebut berbeda satu sama lainnya.Tergantung pada spektrum gelombang elektromagnetnya.

Secara umum, gelombang elektromagnetik dapat dibagi kedalam beberapa kelompok. Dalam klasifikasinya, gelombang elektromagnetik dibedakan menjadi gelombang yang dapat mengionisasi (pengion) dan gelombang tidak pengion. Sifat pengion yang dimaksud adalah sifat yang mampu menguraikan persenyawaan atau ikatan-ikatan kimia suatu unsur.

Gelombang elektromagnetik juga dapat dikelompokan kedalam gelombang yang dapat menimbulkan panas dan yang tidak menimbulkan panas. Pengelompokan sifat tersebut ditentukan berdasarkan frekuensi gelombang elektromagnetik. Semakin tinggi frekuensinya, sebuah gelombang elektromagnetik akan memiliki sifat pengion yang semakin tinggi pula. Radiasi non pengion energi listrik dan medan magnet listrik terbentuk oleh adanya charge listrik yang berhubunagan dengan peralatan dan mesing yang berhubungan dengan kekuatan arus listrik. Medan

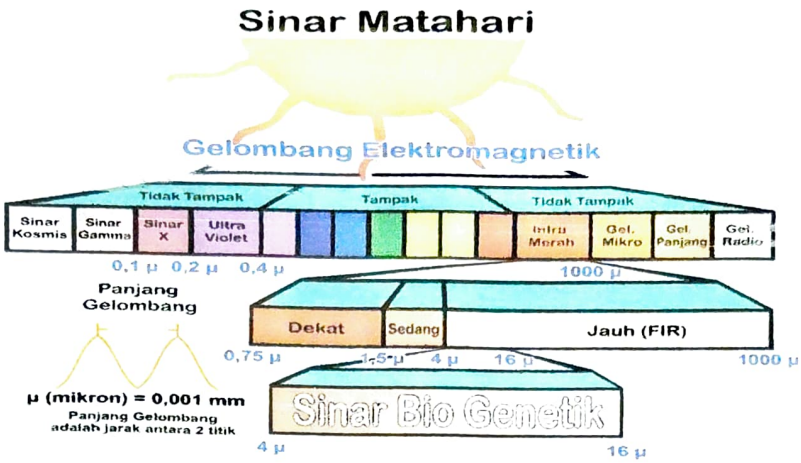
magnet berhubungan dengan peralatan listrik dan menjadi kombinasi dengan medan listrik pada waktu peralatan dioperasikan. Gelombang elektromagnetik ditandai dengan frekuensi yang sangat rendah pada gelombanga yang lebih panjang sekalipuntidak terbatas, frekquensi yang paling ekstrim adalah 2kHz dan frekquensi rendah antara $10^3 - 10^7$ Hz.

Gelombang elektromagnetik bersifat non visible tetapi penngaruhnya dapat langsung dirasakan pada alat-alat elektrik yang sedang digunakan apabila dilingkungan tersebit telah tercemar frequensi gelombang elektromagnetik yang sangat tinggi



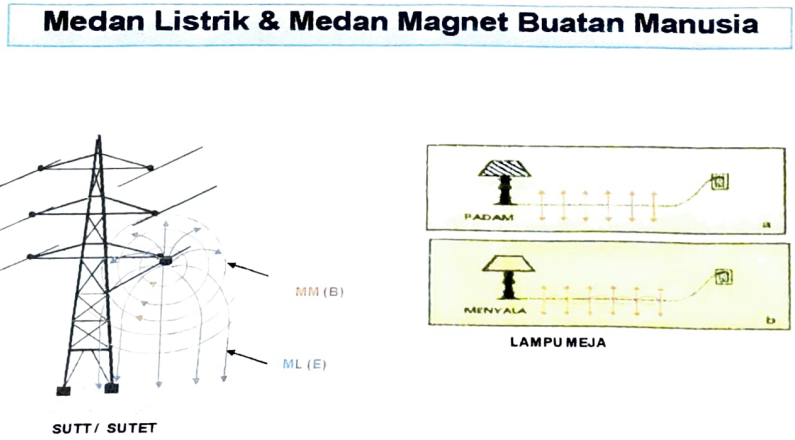

**Spektrum Frekuensi Medan Listrik & Medan Magnet**

Gb. 2




Gb. 3

### 2.1.1.3. Saluran Transmisi Udara Extra Tinggi (SUTET)




Gb.4

SUTET atau Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi merupakan media pendistribusian listrik oleh PLN berupa kabel dengan tegangan listriknya dinaikkan hingga mencapai 500kV yang ditunjukkan untuk

menyalurkan listrik dari pusat pembangkit listrik menuju pusat-pusat beban yang jaraknya sangat jauh. Pada sistem kelistrikan, saluran transmisi merupakan urat nadi yang menyalurkan listrik dari pembangkit ke pusat pusat konsumen listrik. Seperti halnya urat nadi di dalam tubuh berfungsi mengalirkan darah dari jantung ke seluruh tubuh.

Tanpa saluran transmisi listrik tidak dapat dialirkan sehingga jaminan suplai listrik ke industri, perkantoran dan perumahan tidak dapat dipenuhi. Saluran transmisi memerlukan lahan untuk tapak tower dan area untuk dilewati kabel kabel transmisi. Panjang saluran transmisi dapat mencapai ribuan kilometer.

Dalam pembangunannya bisa jadi saluran transmisi terpaksa harus melaluiperkampungan, permukiman, perumahan, perkotaan, persawahan, lembah, gunung, rawa dan hutan. Tegangan saluran transmisi yang ada didunia saat ini antara 70kV sampai dengan 1000kV. Di indonesia, saluran transmisi yang sudah ada memiliki tegangan 70, 150, dan 500 kV.

SUTET (Saluran Udara Tegangan Extra Tinggi) 500kV adalah saluran transmisi udara yang kabelnya memiliki tegangan listrik 500kV ketika beroperasi. Secara prinsip tidak ada perbedaan dengan saluran transmisi jenis lainnya, Perbedaannya hanya terletak pada batas tegangan dan operasinya. Semakin tinggi tegangan saluran transmisi maka kemampuannya menyalurkan daya listrik juga semakin besar. Hal ini dapat diibaratkan jalan raya, semakin lebar jalan tersebut maka semakin banyak kendaraan yang dapat melaluinya.

SUTET 500kV dapat menyalurkan daya listrik kurang lebih 11 kali lipat dari transmisi 150kV. Oleh karena itu SUTET harus dioperasikan secara benar sesuai dengan standar teknis agar aman dan tidak mengalami gangguan, misalnya menara tidak boleh roboh, kabel tidak boleh terputus, dan kabel tidak boleh tersentuh pohon dan bangunan, untuk itu diperlukan pemeliharaan yang dilakukan oleh PT. PLN (Persero).

Medan Listrik di bawah SUTET dapat menimbulkan beberapa hal, antara lain :

- Menimbulkan suara/bunyi mendesis akibat ionisasi pada permukaan penghantar (konduktor) yang kadang disertai cahaya keunguan,
- bulu/rambut berdiri pada bagian badan yang terpajan akibat gaya tarik medan listrik yang kecil,
- lampu neon dan tes-pen dapat menyala tetapi redup, akibat mudahnya gas neon di dalam tabung lampu dan tes-pen terionisasi,
- kejutan lemah pada sentuhan pertama terhadap benda-benda yang mudah menghantar listrik (seperti atap seng, pagar besi, kawat jemuran dan badan mobil).

Dalam pembangunan transmisi SUTET harus dilakukan sesuai Peraturan pemerintah yang dituangkan dalam :

- UU No.15 tahun 1985 tentang ketenagalistrikan
- Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No. 01.P/47/MPE/1992 Tentang Ruang Bebas SUTT dan SUTET Untuk Penyaluran Tenaga Listrik
- Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No. 975 K/47/MPE/1999 Tentang Perubahan Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No. 01.P/47/M.PE/1992 Tentang Ruang Bebas SUTT dan SUTET Untuk Penyaluran Tenaga Listrik.

Selain itu, pembangunan SUTET 500 kV juga sudah mempunyai Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu :

- SNI 04.6918- 2002 tentang ruang bebas dan jarak bebas minimum SUTT dan SUTET
- SNI 04.6950-2003 tentang Nilai Ambang Batas Medan Listrik dan Medan Magnet SUTT dan SUTET

Peraturan tersebut menunjukkan jarak atau ruang yang aman dari pengaruh medan listrik dan medan magnet. Jadi pekerja dapat mengetahui daerah yang aman untuk beraktivitas

#### 2.1.1.4. Radiasi Elektromagnetik pada SUTET

Radiasi adalah energi (positif/negatif) yang berpindah melalui ruang dalam gelombang atau partikel. Ada dua jenis radiasi, jenis pertama adalah partikel alpha dan beta yang berasal dari material radioaktif yang disebut radiasi pengion; dan gelombang elektromagnetik atau photon

adalah jenis yang kedua yang disebut radiasi non pengion. Disini radiasi yang menjadi pokok bahasan hanya pada gelombang elektromagnetik.

Radiasi elektromagnetik adalah kombinasi medan listrik dan medan magnet yang berosilasi dan merambat lewat ruang dan membawa energi dari satu tempat ke tempat yang lain. Cahaya tampak adalah salah satu bentuk radiasi elektromagnetik. Penelitian teoritis tentang radiasi elektromagnetik disebut elektrodinamik

Medan Listrik dan medan magnet yang ada pada SUTET termasuk kelompok radiasi non-pengion. Radiasi ini relatif tidak berbahaya, berbeda sama sekali dengan radiasi jenis pengion seperti radiasi nuklir atau radiasi sinar rontgen dilihat dari spektrum frekuensi Medan listrik dan medan magnet, walaupun banyak kalangan mengklaim bahwa gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTT/SUTET) sangat berbahaya bagi kesehatan orang-orang yang berada atau bermukim disekitarnya, dan juga para pekerja yang langsung berhubungan dengan aliran listrik tegangan tinggi.

Untuk menghindari bahaya yang terjadi dikarenakan radiasi tersebut haruslah mengikuti standard pemajanan sesuai standard International WHO (World Health Organization) dimana telah memberikan batas atas medan listrik dan medan magnet yang terpapar secara langsung dan dalam waktu yang cukup lama. Besarnya 5kV/m untuk medan listrik dan 0,3 mT untuk medan magnetnya. (Sumber : Rekomendasi IRPA, INIRC dan WHO tahun 1990)

Selain itu juga ada standar menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : PERMENAKER. NO. 13/MEN/X/2013 Tentang Ambang Batas faktor fisika dan kimia di tempat kerja dalam pengukuran radiasi frequensi gelombang elektromagnetik. Nilai frequensi yang ada pada SUTET yaitu 30 Kz sampai dengan 100Kz mempunyai kekuatan medan listrik 614 A/m dan kekuatan medan magnet 163 A/m dengan rata rata waktu pemajanan 6 menit.

Radiasi tidak mengion (non ionizing radiation) mempunyai efek terhadap kesehatan gelombang mikro:

- Pemajanan terjadi melalui proses absorbsi, dipantulkan dan dapat berpenetrasi ke dalam tubuh tergantung pada panjang gelombangnya.
- Jaringan dan kandungan air lebih besar akan memudahkan absorbsi gelombang mikro ke dalam tubuh
- Radiasi gelombang mikro dapat menyebabkan gangguan sistem syaraf, gangguan reproduksi dan dugaan leukemia.

### 2.1.2. Evaluasi pajanan Gelombang elektromagnetik

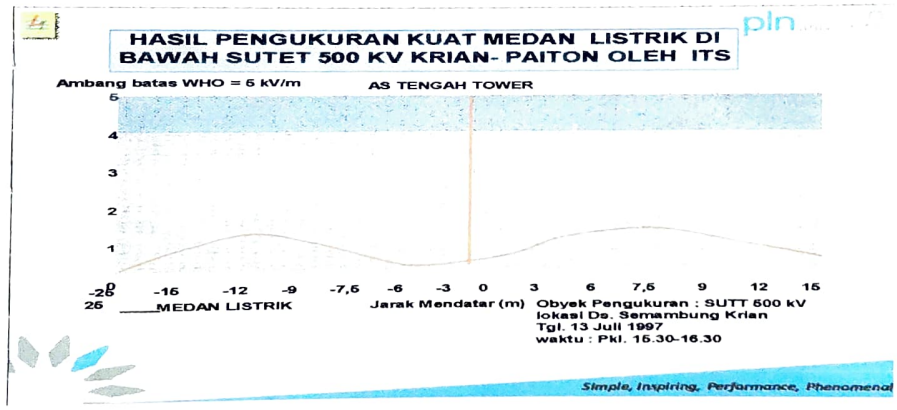
#### 2.1.2.1. Pengukuran gelombang elektromagnetik

Untuk mengetahui berapa kuat medan listrik dan medan magnet yang dihasilkan oleh SUTET serta memastikan apakah SUTET berdampak pada pekerja sesuai standar yang ditetapkan oleh pemetintah WHO maka pengukuran terhadap kuat medan listrik dan kuat medan magnet pada SUTET perlu dilakukan.

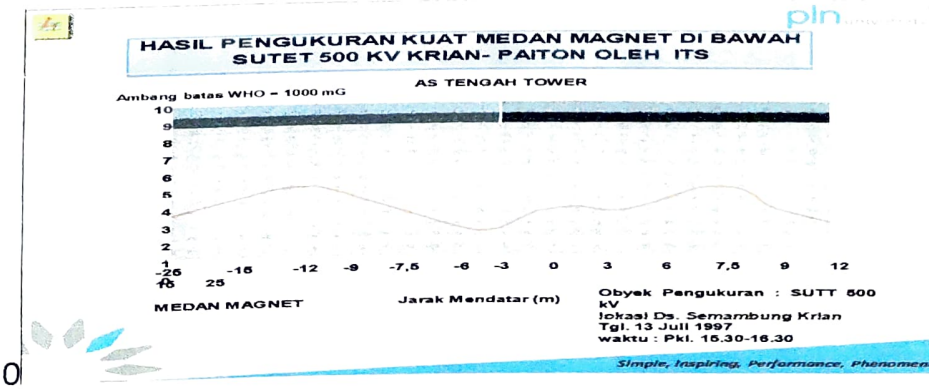
Medan listrik dinyatakan dengan satuan V/m sedangkan Medan magnet dinyatakan dengan besaran Tesla (1000 mili Tensla/mT) atau dapat juga dinyatakan dengan Gauss.

Tujuan dari pengukuran gelombang elektromagnetik adalah untuk memahami konsep dasar gelombang elektromagnetik dan melakukan pengukuran gelombang elektromagnetik dengan menggunakan alat ELF Meter maka frekwensi gelombang elektromagnetik dapat ditangkap sebesar kekuatan gelombang elektromagnetik diubah menjadi gelombang mekanis/listrik kemudian dibaca pada monitor dalam satuan A/m.

Contoh hasil pengukuran medan elektromagnetik SUTET 500kV




Gb. 5




Gb. 6

### 2.1.2.2. Nilai Ambang Batas (NAB) Terhadap SUTET

Nilai ambang Batas (NAB) digunakan sebagai kadar standar untuk perbandingan, sebagai pedoman untuk perencanaan proses tekhnologi pengendalian dan merupakan keterangan yang dapat membantu menentukan, gangguan kesehatan, timbulnya penyakit-penyakit dan hambatan-hambatan efesiensi kerja akibat faktor radiasi.

Kriteria yang dipakai dalam penentuan batas pajanan, menggunakan rapat arus yangdi induksi dalam tubuh. Karena arus–arus induksi dalam tubuh tidak dapat dengan mudahdiukur secara langsung, maka penentuan batas pajanan diturunkan dari nilai kriteria arusinduksi dalam tubuh berupa kuat medan listrik (E) yang tidak terganggu dan rapat fluksmagnetik (B). Misalnya saja suatu medan listrik yang homogen dengan kuat medan sebesar10 kV/m akan menginduksi rapat arus efektif kurang dari 4 mA/m2 dengan rata-ratapengaliran arus di seluruh daerah kepala atau batang tubuh manusia (Berhardt, 1985 danKaune & Forsythe, 1985). Suatu rapat fluks magnetik sebesar 0.5 mT pada 50/60 Hz akanmenginduksi rapat arus efektif sekitar 1 mA/m2 pada keliling suatu loop jaringan tubuh yangberjari-jari 10 cm.

Standart yang ditetapkan oleh UNEP, WHO dan IRPA pada tahun 1987 mengeluarkan suatu pernyataanmengenai nilai rapat arus induksi terhadap efek–efek biologis yang ditimbulkan akibatpajanan medan listrik dan medan magnet pada frekuensi 50/60HZ terhadap tubuh manusiasebagai berikut : antara 1 dan 10 mA/m2 tidak menimbulkan efek

biologis yang berarti,antara 10 dan 100 mA/m2 menimbulkan efek biologis yang terbukti termasuk efek padasistem penglihatan dan syaraf, antara 100 dan 1000 mA/m2 menimbulkan stimulasi padajaringan-jaringan yang dapat dirangsang dan ada kemungkinan bahaya terhadap kesehatandan, di atas 1000 mA/m2 dapat menimbulkan ekstrasistole dan fibrasi ventrikular darijantung (bahaya akut terhadap kesehatan).

**Tabel 1**

| No. | KERAPATAN ARUS (S) | KUAT MEDAN YANG MENGINDUKSI | EFEK BIOLOGIS |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 - 10 mA/m² | 0,5 - 5 mT<br>2,5 - 25 kV/m | • Efek biologis yang bersifat tidak jelas. |
| 2 | 10 - 100 mA/m² | 5 - 50 mT<br>25 - 250 kV/m | • Efek pada sistem penglihatan dan syaraf<br>• Percepatan penyembuhan patah tulang |
| 3 | 100 - 1000 mA/m² | 50 - 500 mT<br>250 - 2500 kV/m | • Stimulus pada jaringan yang mudah terangsang<br>• Mungkin berbahaya bagi kesehatan |
| 4 | Diatas 1000 mA/m² | > 500 mT<br>> 2500 kV/m | • Ekstra sistole (percepatan detak jantung)<br>• Fibrilasi ventrikel (getaran serambi jantung)<br>• Gangguan kesehatan yang bersifat akut |

Referensi : IRPA/INIRC (International Radiation Protection / International Non - Ionizing Radiation Commitee) 1990 "Health Physics Volume 58, January 1990"

Sementara menunggu ditetapkannya Enviromental Health Criteria dariWHO mengenaimedan elektromagnetik, Pemerintah akan mengadopsi rekomendasi international radiationprotection association (IRPA) dan WHO 1990 untuk batas pajanan Medan Listrik dan Medan Magnet 50 - 60 Hz sebagai berikut :

**Tabel 2**
Batas Pajanan Medan Listrik Dan Medan Magnet 50 - 60 Hz Standar WHO

| No. | Klasifikasi | Medan Listrik (kV/m) | Medan Magnet (mili Tesla) |
|---|---|---|---|
| 1. | Lingkungan Kerja :<br>- Sepanjang hari kerja<br>- Waktu singkat<br>- Anggota tubuh (tangan dankaki) | 10<br>30 (s/d 2 jam perhari) | 0,5<br>5,0 (s/d 2 jam perhari)25 |
| 2. | Lingkungan umum :<br>- Sampai 24 jam per hari<br>- Beberapa jam per hari | 5<br>10 | 0,1 (ruang terbuka) |

*Sumber : Rekomendasi IRPA, INIRC dan WHO tahun 1990*

Standar medan listrik dan medan magnet 50/60 Hz di beberapa negara maju untuk tingkat pajanan terus menerus pada kelompok masyarakat umum (MU) dan kelompok pekerja (KP) adalah sebagai berikut :

**Tabel 3**

**NILAI AMBANG BATAS SESUAI KETENTUAN KEPMENKER RI No. 13/MEN/X/2013**

| FREQUENSI | POWER DENSITY $mW\text{-}cm^2$ | KEKUATAN MEDAN LISTRIK A/m | KEKUATAN MEDAN MAGNIT | RATA-RATA WAKTU PEMAJANAN (MENIT) |
|---|---|---|---|---|
| 30 Khz-100 KHz | | 614 | 163 | 6 |
| 100 KHz-300 KHz | | 614 | 16,3/f | 6 |
| 3 MHz-30 MHz | | 1842/f | 163/f | 6 |
| 30 MHz-100 MHz | | 61,4 | 16,3/f | 6 |
| 100 MHz-300 MHz | 1 | 61,4 | 0,163 | 6 |
| 300 GHz-3GHz | f/300 | | | 6 |
| 3 GHz-15GHz | 10 | | | 6 |
| 15 GHz-300 GHz | 10 | | | $616000/f^{1/2}$ |

KHz = Kilo Hertz
MHz = Mega Hertz
GHz = Giga Hertz
F = Frekuensi dalam MHz
$mW/cm^2$ = mili watt/centi meter persegi
V/m = Voit per meter
A/M = ampere per meter

**Tabel 5**

Batas Pajanan Medan Listrik Dan Medan Magnet 50 - 60 Hz
Standar Internasional

| Standard | Medan Listrik (kV/m) | | Medan Magnet (mT) | |
|---|---|---|---|---|
| | MU | KP | MU | KP |
| IRPA (1990) | 5 | 10 | 0,1 | 0,5 |
| Australia NHMRC (1989) | 5 | 10 | 0,1 | 0,5 |
| Jerman (1989) | 20,6 | 20,6 | 5,024 | 5,024 |
| UK NRPB (1989) | 12,28 | 12,28 | 2,0 | 2,0 |
| USSR (1975; 1978 | - | 5 | - | 10 |
| USSR (1985) | - | - | - | 1,76 |
| USA ACGIH (1991 | | 25 | | - 1,0 (60 Hz) |
| Polandia | | 15 | | |

Sumber : IRPA, 1991; Pakpahan, 1992 ; WHO, 1987

**Tabel 6**

Batas Pajanan Medan Listrik Dan Medan Magnet Standar PLN

| PEDOMAN NILAI AMBANG BATAS MEDAN MAGNET YANG DIPAKAI PLN | | KUAT MEDAN LISTRIK DAN KUAT MEDAN MAGNET |
|---|---|---|
| Peraturan | Medan listrik | Medan magnet |
| Standar PLN (SPLN No. 112 /1994) NIRC mengenai petunjuk batas-batas pemaparan terhadap medan listrik dan medan magnet (EMF) 50/60 Hz/Rekomendasi WHO IRPS 1990 | Working hour E (maks)10 KV/m<br><br>Continously E(maks) = 5 Kv/m | Working hour B (maks)= 0,5mT<br><br>B (maks) = 0,1 mT |

Referensi : keputusan Direksi PT PLN (Persero No. 031.K.008-D-R1997, tanggal 14 April 1997

### 2.1.3. Dampak pajanan elektromagnetik SUTET

Adanya medan listrik dan medan magnet yang disebabkan oleh pembangkit dan transmisi SUTET secara tidak langsung akan menimbulkan masalah terhadap kesehatan pekerja pada SUTET, hanya saja sampai berapa besarkah kuat medan listrik dan medan magnet yang terpapar ke tubuh pekerja yang dapat menimbulkan masalah. Adanya induksi medan magnetik yang ada pada SUTET terhadap pekerja sedikit banyak akan, mempengaruhi tingkat kesehatan secara tidak langsung, induksi tersebut akan menyebabkan tersimpannya sejumlah elektron dalam tubuh pekerja dan merupakan sesuatu yang tidak normal.

Kelebihan elektron tersebut akan mempengaruhi kerja susunan syaraf yang membuat komunikasi antar sel terganggu, dimana elektron tersebut tersimpan dalam tubuh karena tubuh tesebut tidak dapat mengalirkan kelebihan elektron kebumi disebabkan terisolasi terhadap bumi. Hal ini sering kita mendengar keluhan kesehatannya terganggu (tidak bisa tidur, stress dll)

Penelitian tentang pengaruh medan listrik terhadap kesehatan pekerja kelistrikan antara lain:

- Korobkova dan kawan-kawan (1972), melakukan penelitian terhadap 250 tenaga kerjapada gardu induk 500 kV di Uni Sovyet yang terpapar selama 10 tahun didapati adanya gangguan susunan syaraf pusat, keluhan nyeri kepaladan gangguan tidur.
- Kowenhoven dan kawan-kawan (1979) dari John Hopkins Hospital melakukan penelitian terhadap tenaga kerja yang telah bekerja

selama 3,5 tahun pada sistem transmisi 345 kV tidak ditemukan adanya gangguan. Milham (1985) melakukan analisa terhadap penelitian yang terjadi pada pekerja antara tahun 1950-1982 di Washington, disimpulkan bahwa telah terjadi peningkatan proporsional ratio kematian untuk leukemia dan limfoma non hodgkin pada pekerja yang terpapar medan listrik dan dari sini dapat disimpulkan bahwa medan listrik bersifat karsinogenik.

- Qiang K (1994) melakukan penelitian terhadap 964 pekerja yang terpapar medan elektromaknetik dan 66 pekerja yang bertugas sebagai petugas pemeliharaan jaringan transmisi 750 kV di Cina, ternyata dari hasil pemeriksaan tidak terdapat gangguan kesehatan dan mereka yang bertugas pada pemeliharaan jaringan dan tinggal sepenuhnya dibawah jaringan dengan tingkat pemaparan kurang dari 5 kV/m.

Sementara itu WHO menyatakan kira-kira 25.000 artikel yang meneliti tentang pengaruh biologi dan penggunaan peralatan kesehatan dari non - ionizingradiation selama 30 tahun, menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut walaupun sebenarnya tidak ada pengaruh dari pemaparan medan listrik maupun medan magnet terhadap kesehatan manusia, memang untuk dosis pemaparan yang tinggi dapat menimbulkan gangguan kesehatan.

Menurut IRPA dan WHO, batasan panjang kuat medan magnet yang diduga dapat menimbulkan efek biologis untuk umum adalah 0,5 mili

tesla. Secara garis besar radiasi medan magnetik total yang dihisap dan didistribusikan dalam tubuh manusia adalah tergantung beberapa hal :

- Frekuensi dan panjang gelombang medan elektromagnetik
- Polarisasi medan magnetik.
- konfigurasai (seperti jarak) antara badan dan sumber radiasi medan magnetik.
- Keadaan paparan radiasi, seperti adanya benda lain disekitar sumber radiasi.
- Sifat-sifat elektrik (listrik) tubuh (konstan dielektrik dan konduktivitas). Hal ini sangat tergantung pada kadar air didalam tubuh. Radiasi lebih banyak diisap pada media dengan konstan dielektrik yang tinggi, seperti otak, otot, dan jaringan lain dengan kadar air tinggi.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui apakah medan elektromagnetik yang keluar dari SUTET dapat mengganggu kesehatan pekerja. Hasilnya tidak ada data ilmiah yang dapat membuktikan bahwa SUTET mengganggu kesehatan. Secara fisika, medan elektromagnetik SUTET termasuk medan dengan frekuensi rendah sehingga tidak dapat memanaskan atau mengionisasi bila mengenai suatu bahan atau benda.

Hal ini diperkuat oleh data hasil pengukuran bahwa medan elektromagnetik dibawah SUTET jauh lebih rendah dibandingkan standard batas maksimal yang diijinkan oleh organisasi dunia WHA untuk orang dapat tinggal dan hidup disana. WHO juga tidak penah melarang manusia

untuk hidup berdampingan dengan medan elektro magnetik, karena hampir semua peralatan listrik dirumah juga menghasilkan medan elektromagnetik dan secara tidak sadar manusia telah lama hidup di dalam medan elektromagnetik, bahkan di dunia kedokteran, medan elektromagnetik dimanfaatkan untuk membantu dokter meneliti berbagai penyakit. Seperti sinar-X, CT scan, MRI.

### 2.1.3.1. Pengaruh Arus Induksi pada tubuh

Tingkat paparan gelombang elektromagnetik dari berbagai frekuensi berubah secara signifikan sejalan dengan perkembangan teknologi yang menimbulkan kekhawatiran bahwa paparan dari gelombang elektromagnetik ini dapat berpengaruh buruk terhadap kesehatan fisik manusia. Ada kemungkinan gangguan tersebut adalah electrical sensitivity.

Electrical sensitivity adalah gangguan fisiologis dengan tanda dan gejala neurologis maupun kepekaan, berupa berbagai gejala dan keluhan. Gangguan ini umumnya disebabkan oleh radiasi elektromagnetik yang berasal dari jaringan listrik tegangan tinggi atau ekstra tinggi, peralatan elektronik di rumah, di kantor maupun industri.

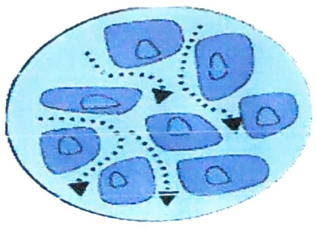
**Tabel 6**

Sensitifitas Manusia Terhadap Arus Listrik

| KATAGORI | I (mA) DC | | I (mA) 50/60 Hz | |
|---|---|---|---|---|
| | Pria | Wanita | Pria | Wanita |
| ⊔ Tidak Terasa | 1 | 0,6 | 0,4 | 0,3 |
| ⊔ Ambang Batas Terasa | 5,2 | 3,5 | 1,1 | 0,7 |
| ⊔ Kejut yang tidak menyakitkan tidakkehilangan kontrol otot | 9 | 6 | 1,8 | 1,2 |
| ⊔ Kejut yang menyakitkan tetapi tidak kehilangan kontrol otot | 64 | 41 | 9 | 6 |
| ⊔ Kejut yang menyakitkan dan ambang batas kehilangan kontrol otot | 76 | 51 | 16 | 10,5 |
| ⊔ Kejut yang keras dan menyakitkan, konstreksi otot dan susah bernafas | 90 | 60 | 23 | 15 |
| ⊔ Kemungkinan fibrilasi jantung pada kegiatan yang singkat | 1300 | 1300 | 1000 | 1000 |
| ▪ Waktu kejut 0,03 detik | 500 | 500 | 100 | 100 |
| ▪ Waktu kejut 3,0 detik | 1375 | 1375 | 275 | 275 |
| ▪ Fibrilasi jantung | | | | |

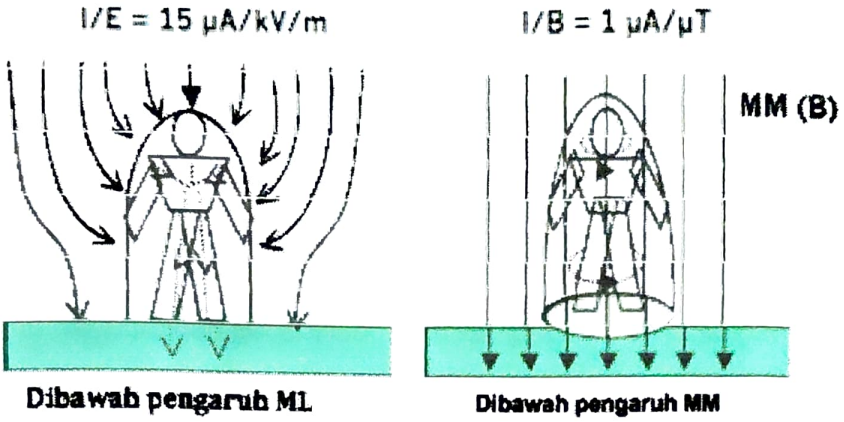
*Referensi : "Working Group on Electrostatic Effects of Transmission Lines," Electrostatics Effects of verhead Transmission Lines,*

Ini adalah gambar Arus Induksi pada tubuh mengalir diantara Cell dan tidak menembus Cell (Gb7) ,Karena hal tersebut di atas para ahli berpendapat bahwa pajanan ML & MM dari SUTT/SUTET tidak mungkin mempunyai pengaruh yang merugikan terhadap tubuh manusia



Gb. 7

Tubuh Manusia di bawah pengaruh ML & MM




Gb. 8

### 2.1.3.2. Minimalisasi Bahaya Gelombang Elektromagnetik SUTET

#### 2.1.3.2.1. Jarak Aman Minimum

Jarak aman minimum adalah daerah dimana pelaksana dapat bekerja dan peralatan dapat digunakan dengan aman pada daerah bertegangan. Pelaksana pekerjaan harus tetap menjaga dirinya dan peralatan yang dibawanya tidak melanggar jarak aman minimum dan jarak minimum peralatan seperti ditetapkan pada bagian yang bertegangan.

**Tabel 7**
**Jarak Aman Minimum Dan Jarak Peralatan Berisolasi**

| Tegangan | Fasa ke Bumi | Fasa ke Fasa |
|---|---|---|
| 70 kV | 900 mm | 1200 mm |
| 150 kV | 1200 mm | 1500 mm |
| 500 Kv | 3400 | 5500mm |

### 2.1.3.2.2. Pakaian Konduktif

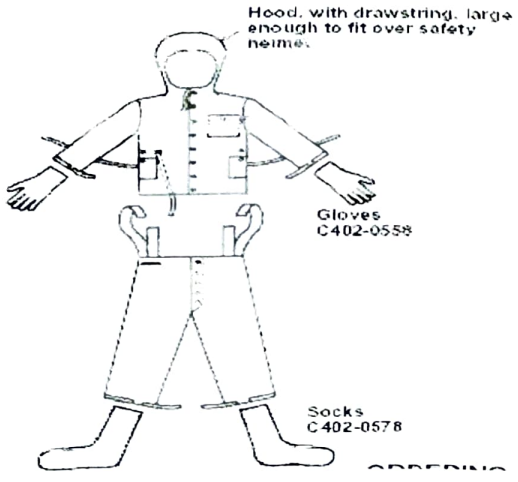
Pakaian konduktif harus digunakan oleh semua pelaksana/perkerja yang bertugas di atas tower. Karena kebutuhan untuk memposisikan pekerja berada lebih dekat ke daerah yang bertegangan. Pakaian ini dihubungkan ke konduktor, untuk menghilangkan beda potensial tegangan konduktor sama dengan pelaksana/pekerja dan memungkinkan untuk bekerja dengan menggunakan tangannya pada konduktor bertegangan secara langsung sampai dengan tegangan 765kV.

Pakaian konduktif terbuat dari campuran 2 jenis bahan yaitu :

- Serat nomex aramid tahan api.
- Serat baja mikroskopis anti karat.

Hasil analisa dan pengujian menunjukan bahan tersebut :

- Sangat kuat dan tahan sobek.
- Mempunyai konduktifitas tinggi yaitu 144 ohm/sq (IEC 895).
- Tidak mengalami penyusutan karena sejumlah pencucian.




Gb. 9

### 2.1.3.2.3. Prosedur Pemeriksaan Kesehatan pekerja PT. PLN (Persero)

Selain itu juga penting diadakannya program kesehatan kerja bagi pekerja dengan resiko bahaya radiasi elektromagnetik yang terpapar yang dapat menimbulkan efek negative bagi kesehatan sehingga rekrutmen personil harus memenuhi kualifikasi yang relatif ketat karena jenis pekerjaannya memang sedikit berbeda dengan pekerjaan lainnya.

Prosedur pemeriksaan kesehatan dibuat untuk memastikan bahwa telah dilakukan pemantauan kesehatan terhadap pegawai di PT.PLN (Persero).

Prosedur ini mencangkup kegiatan pemantauan kesehatan awal, berkala, dan khusus. Pemeriksaan kesehatan dapat dilakukan oleh pihak luar (outsourcing). Prosedur ini berlaku untuk karyawan tetap, pegawai outsourcing yang bekerja di lingkungan PT. PLN (Persero) App Cawang.

1. Pemeriksaan Kesehatan Awal.

   Pemeriksaan kesehatan awal adalah kegiatan pemeriksaan kesehatan yang dilakukan oleh dokter perusahaan atau dokter yang ditunjuk pada saat karyawan baru pertama kali akan masuk ke perusahaan.

2. Pemeriksaan Berkala/Khusus

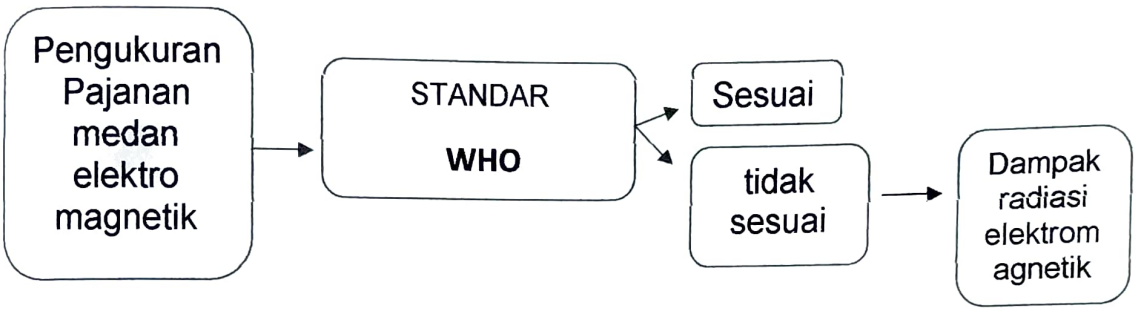
   Pemeriksaan Berkala/Khusus adalah kegiatan pemeriksaan kesehatan yang dilakukan secara berkala atau khusus oleh dokter perusahaan atau dokter yang ditunjuk terhadap karyawan.

Referensi Prosedur Pemeriksaan Kesehatan

1. Undang – undang No.1 Tahun 1970 Tentang keselamatan Kerja
2. Permenaker No.05/MEN/1996 tntang SMK3
3. PP No.50 tahun 2012 Tentang Sistem Manajemen Keselamatan Kerja (SMK3)
4. Peraturan Mentri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per 01/Men/1979 Tentang Kewajiban Latihan Hiegene Perusahaan, Kesehatan Keselamatan Kerja bagi Tenaga medis Perusahaan.
5. Peraturan Mentri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.Per 02/Men/1980 Tentang Pemeriksaan Kesehatan Tenaga Kerja dalam menyelenggarakan Keselamatan kerja.
6. Peraturan Mentri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per 01/Men/1981 Tentang Kewajiban Melapor Penyakit Akibat Kerja.
7. Peraturan Mentri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per 03./Men/1982 Tentang Pelayanan Kesehatan.
8. Keputusan Mentri tenaga Kerja No. KEP.333/Men/1989 Tentang Diagnosis dan Pelaporan akibat kerja.
9. SK Direksi 090,091,092.134 th 2005 tentang keselamatan dan kesehatan kelistrikan.

## 2.2. Kerangka Konsep

Kerangka teori penelitian sebagai berikut :






INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

# BAB III

# METODELOGI PENELITIAN

## 3.1. Jenis atau Rancangan penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif komparatif dengan pendekatan kualitatif. Pengertian deskriptif menurut (Nazir, 2005) adalah suatu metode dalam meneliti status sekelompok manusia, suatu objek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran, ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Tujuan dari penelitian deskriptif adalah untuk membuat deskripsi, gambaran, atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki. Dalam metode deskriptif penelitian bisa membandingkan fenomena-fenomena tertentu sehingga merupakan suatu studi komparatif.

Penelitian komparatif adalah penelitian yang membandingkan keberadaan satu variabel atau lebih pada dua atau lebih sampel yang berbeda, atau pada waktu yang berbeda (Sugiyono, 2006). Disini peneliti mengadakan membandingkan hasil Pengukuran pajanan medan elektromagnetik pada SUTET di PT.PLN (Persero) APP Cawang dengan NAB yang ada pada Menurut standart International WHO (World Health Organization) Tentang Ambang Batas faktor fisika dan kimia di tempat kerja dalam pengukuran radiasi frequensi gelombang elektromagnetik.

Proses pengukuran adalah bagian yang sentral dalam penelitian kuantitatif karena hal ini memberikan hubungan yang fundamental antara pengamatan empiris dan ekspresi matematis dari hubungan hubungan kuantitatif. Namun pendekatan kualitatif dipakai untuk menguji suatu teori, untuk menyajikan suatu fakta atau mendeskripsikan statistik, untuk menunjukkan hubungan antar variabel, dan adapula yang bersifat mengembangkan konsep, mengembangkan pemahaman atau mendeskripsikan banyak hal (Subana dan Sudrajat, 2005).

## 3.2. Waktu Penelitian

Penelitian Dilakukan di PT. PLN (Persero)App Cawang pada bulan Agustus 2015. Tempat ini dipilih karena terdapat beberapa objek yang akan diteliti yaitu Saluran Udara Tegangan Extra Tinggi (SUTET).

## 3.3. Tempat / Titik Pengukuran

Tempat atau titik pengukuran adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek/ subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk diukur dan kemudian ditarik kesimpulannya. Objek yang di teliti peneliti adalah 2 (Dua) tiang dan 6 (Enam) titik posisi pengukuran pada Saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) dengan tegangan 150 kV di dalam lingkungan PT. PLN (persero) APP Cawang

## 3.4. Definisi Operasional

| No. | Variabel | Definisi Operasional | Alat ukur | Hasil ukur |
|---|---|---|---|---|
| | Pajanan kuat medan elektro magnetik | Pajanan medan elektro magnetik SUTET yang diterima responden berdasarkan pengukuran medan magnet dengan rata rata waktu/lama pajanan | LUTRON EMF - 822 (MM) | mA/m dikonversikan ke mT(milli Telsa) |

## 3.5. Pengelolaan Data Penelitian

Pengolahan data adalah manipulasi dari data ke dalam bentuk yang lebih berguna dan lebih berupa suatu informasi. Pengolahan data dapat dilakukan dalam berbagai setting, sumber dan cara. Teknik pengolahan data menggunakan Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

3.5.1. Data primer

Data primer adalah data yang didapat dengan cara melakukan pengukuran secara langsung di area Saluran udara tegangan ekstra tinggi di PLN (persero) APP Cawang.

3.5.2. DataSekunder

Data sekunder adalah merupakan data pelengkap yang diperoleh dari hasil pengukuran sebelumnya yang terkait dengan permasalahan penelitian, maupun dokumen-dokumen resmi dari pihak perusahaan yaitu PT. PLN (Persero) APP Cawang.

## 3.6. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan metode atau cara yang digunakan untuk memperoleh data yang diperlukan bagi suatu penelitian. Dalam penelitian ini tehnik pengumpulan data :

1. Tes. Dalam instrumen ini harus dijelaskan jenis tes, skala pengukuran, prosedur pengujian validitas dan reliabilitas tesnya.
2. Pengukuran Sistematis. Pada bagia ini harus dijelaskan "apa" yang akan diukuri, "bagaimana" cara melakukan pengukuran, dan "untuk apa" data hasil pengukuran itu digunakan.
3. Dokumentasi. Bagian ini harus menjelaskan: "apa" dokumen yang akan dikaji/dipelajari, "bagaimana" cara mempelajari/mengkaji dokumen, dan "untuk apa" data hasil kajian dokumen itu digunakan.

4. Instrument Terstandar. Teknik ini diperoleh dengan meminjam ciptaan dari orang ahli. Dalam bagian ini harus dijelaskan "apa" yang akan diambil datanya, "bagaimana" cara mengambil data, dan "untuk apa" data tersebut digunakan. Dalam bagian ini juga perlu dijelaskan tahapan proses pengumpulan data penelitian itu dilakukan, tahap persiapan, dan pelaksanaan.




INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

# BAB IV

# HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

PERPUSTAKAAN ASLI STIKES BINAWAN

## 4.1. Realitas SUTET yang ada di PT. PLN (Persero) APP Cawang.

### 4.1.1. Profil Perusahaan PT. PLN (Persero) APP Cawang



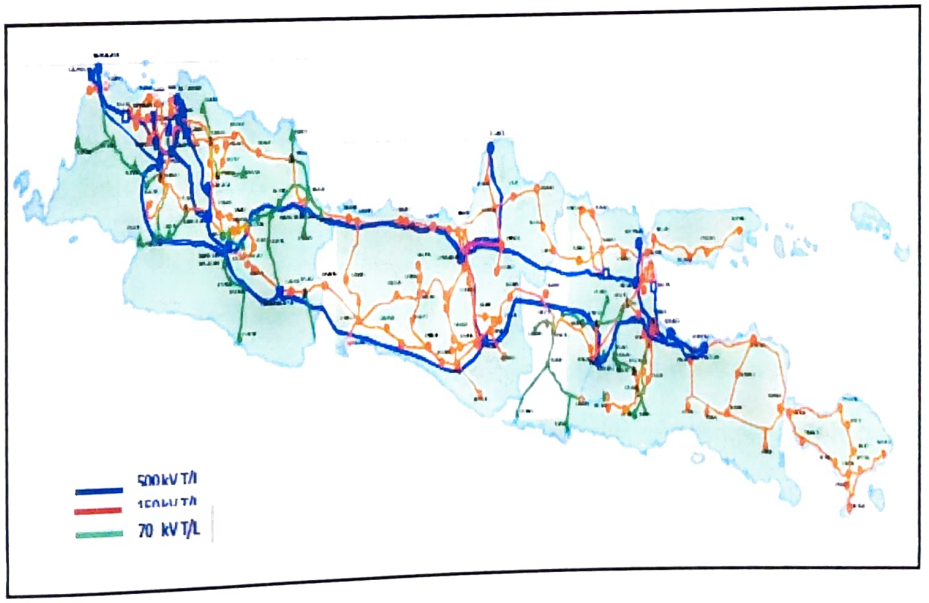
Gb 10

Pembentukan organisasi ini merupakan Keputusan Direksi PLN nomor 093.K/023/DIR/1995. Tujuannya adalah lebih memfokuskan usaha pengelolaan operasi system, memelihara dan mengembangkan system operasi dan sarana penyaluran, mengelolan transaksi energi dan mengelola pengusahaan jasa telekomunikasi masing-masing sesuai kebijakan Perseroan secara komersil sesuai dengan kontrak kinerja yang ditetapkan oleh Direksi Perseroan. Pada awal pembentukkannya, PT.

PLN (Persero) APP Cawang ini mengelola system tegangan ekstra tinggi 500 kV, Tegangan Tinggi 150 kV, Tegangan Menengah 70 kV dan tegangan rendah 20 kV dan dalam perjalanannya tegangan rendah.

PT PLN (PERSERO) App cawang mempunyai tugas utama yaitu :

1. Mengoperasikan sistem tenaga listrikJ awa-Bali;
2. Mengoperasikan dan memelihara instalasi sistem transmisi tenaga listrik Jawa-Bali;
3. Mengelola pelaksanaan jual beli tenaga listrik disisi tegangan tinggi sistem Jawa-Bali;
4. Merencanakan pengembangan sistem tenaga listrik Jawa-Bali
5. Membangun kelengkapan instalasi sistem transmisi tenaga listrikJawa-Bali;




Gb 11

### 4.1.2. Visi dan Misi PT PLN (PERSERO) App Cawang

Visi PT PLN (Persero) adalah sebagai berikut:

Diakui sebagai pengelola transmisi, operasi sistem dan transaksi tenaga listrik dengan kualitas pelayanan setara kelas dunia, yang mampu memenuhi harapan stakeholders dan memberikan kontribusi dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat .

Sedangkan misi PT PLN (Persero) adalah sebagai berikut

- Mengelola operasi dalam tenagag listrik secara andal.
- Melakukan dan mengelola penyaluran tenaga listrik tegangan tinggi secara efisien, andal dan akrab lingkungan.
- Mengelola transaksi tenaga listrik secara kompetitif, transparan, dan andil.
- Melaksanakan pembangunan kelengkapan instalasi sistem transmisi tenaga listrik Jawa bali.

### 4.1.3. Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTET) di PT. PLN (Persero) App cawang.

Pada sistem kelistrikan , saluran transmisi merupakan urat nadi yang menyalurkan listrik dari pembangkit ke pusat pusat konsumen listrik . Seperti halnya urat nadi di dalam tubuh berfungsimengalirkan darah dari jantung ke seluruh tubuh. Tanpa saluran transmisi listrik tidak dapat dialirkan sehingga jaminan suplai listrik ke industri, perkantoran dan perumahan tidak dapat dipenuhi.

Saluran transmisi memerlukan lahan untuk tapak tower dan area untuk dilewati kabel kabel transmisi. Panjang saluran transmisi dapat mencapai ribuan kilometer , Dalam pembangunannya bisa jadi saluran tranmisi terpaksa harus melalui perkampungan , peemukiman , perumahan , perkotaan, persawahan, lembah , gunung, rawa dan hutan.

Tegangan saluran transmisi yang ada didunia saat ini antara 70kV sampai 1000kV. Di indonesia , saluran transmisi yang sudah ada memiliki tegangan 70, 150, dan 500 kV. Secara prinsip tidak ada perbedaan dengan saluran transmisi jenis lainnya, Perbedaannya hanya terletak pada batas tegangan dan operasinya Semakin tinggi tegangan saluran transmisi maka kemampuannya menyalurkan daya listrik juga semakin besar. Hal ini dapat diibaratkan jalan raya, semakin lebar jalan tersebut maka semakin banyak kendaraan yang dapat melaluinya. SUTET 500kV dapat menyalurkan daya listrik kurang lebih 11 kali lipat dari transmisi 150kV .

Oleh karena itu SUTET harus dioperasikan secara benar sesuai dengan standar teknis agar aman dan tidak mengalami gangguan, misalnya menara tidak boleh roboh, kabel tidak boleh terputus, dan kabel tidak boleh tersentuh pohon dan bangunan, untuk itu diperlukan pemeliharaan yang dilakukan oleh PT. PLN (Persero) serta dilakukan selalu pengukuran yang sesuai dengan ambang batas yang berlaku sehingga dapat memantau dan juga menilai potensi bahaya yang berada pada SUTET dimana terdapat radiasi elektromagnetik yang dapat berdampak pada para pekerja .

## 4.2. Proses pengukuran pajanan radiasi elektromagnetik

### 4.2.1. Alat yang digunakan.

Alat ukur yang digunakan memantau potensial hazard radiasi elektromagnetik perlu diketahui jenis dan spesifikasinya agar hasilnya akurat. Pengalaman menunjukan banyak alat yang dibeli dengan harga mahal tetapi tidak dapat digunakan karena :

- Telah kadaluarsa
- Satuan alat yang tidak sesuai
- Tidak dilengkapi dengan alat kalibrasi
- Sistem pemeliharaan yang tidak baik

Ada bermacam alat ukur radiasi yang berguna untuk mengetahui besarnya paparan dan tidak pengion. Secara garis besar peralatan ini dibagi pada : alat pengukur yang dipasang secara permanen untuk memantau besarnya paparan radiasi yang dikeluarkan oleh sumber radiasi, Alat pengukur yang digerakan oleh baterei untuk mengetahui besar paparan radiasi, dan alat pengukur radiasi individual yang dipakai oleh pekerja radiasi guna mengetahui besar paparan yang diterima pekerja selama masa kerja.

Tujuan dari pengukuran gelombang elektromagnetik adalah untuk memahami konsep dasar gelombang elektromagnetik, untuk memantau dan juga menilai potensi bahaya yang berada pada SUTET dimana terdapat radiasi elektromagnetik yang dapat berdampak pada para pekerja yang berada disekitar SUTET tersebut,

Untuk mengetahui berapa kuat medan elektromagnetik yang dihasilkan oleh SUTET serta memastikan apakah SUTET berdampak pada pekerja sesuai standar yang ditetapkan oleh pemerintah yang terdapat pada PERMENAKERNO13/MEN/2013 dan WHO maka pengukuran terhadap kuat medan elektromagnetik pada SUTET diperlukan jenis alat ukur yang sesuai yaitu EMF FIELD TESTER / EMF-822A dimana frekwensi gelombang elektromagnetik dapat ditangkap sebesar kekuatan gelombang elektromagnetik diubah menjadi gelombang mekanis/listrik kemudian dibaca pada monitor dalam satuan A/m.

EMF FIELD TESTER / EMF-822A dirancang untuk memberikan pengguna cara cepat, dan mudah untuk mengukur tingkat radiasi medan elektromagnetik di sekitar saluran listrik, dan dikalibrasi untuk mengukur radiasi medan elektromagnetik pada bandwidth yang berbeda ke 50 Hz / 60 Hz.

EMF ini dirancang khusus untuk menentukan besarnya jaringan listrik ,radiasi elektromagnetik yang dihasilkan lapangan, memantau komputer, TV, mesin video, dan banyak perangkat lain yang sejenis.




Gb 12

### 4.2.2. Spesifikasi Alat EMF FIELD TESTER / EMF-822A

| | |
|---|---|
| Tampilan | 13mm (0,5 ") lcd, 3 ½ digit.<br>Max. Indikasi 199,9. |
| Rentang / Resolusi | Dua fungsi:<br>Mikro Tesla & milly Gauss:<br>20 mikro Tesla x 0,01 mikro Tesla<br>200 mili Gauss x 0,1 mili Gauss |
| Band lebar | 30 Hz sampai 300 Hz. |
| Jumlah Axes | Tunggal sumbu |
| Akurasi | + (4% + 3 d) pada 50 Hz atau 60 Hz. |
| Over-masukan | Tampilan menunjukkan "1" |
| Sampling Waktu | Approx. 0,4 detik. |
| Baterai | DC 9 V baterai (006P, 6F22) |
| Daya Sekitar | sekarang DC 3 mA |
| Temp operasi | 0-50 0C (32-122 0F) |
| Kelembaban operasi | Kurang dari 80% R.H. |
| Berat | 165 g / 0.36 LB (termasuk baterai) |
| Dimensi | H.W.D. - 131x70x25 mm |
| Aksesoris Termasuk | Operation Manual |

### 4.2.3. Prosedur Penggunan Alat

- Tempatkan "OFF / mikro Tesla / mili Gauss Beralih" (5-3, Gambar 1) pindahkan “Gauss" atau mikro Tesla "posisi sesuai kebutuhan pengukuran. alat sekarang siap untuk mengambil pengukuran.

- Karena gangguan elektromagnetik dari lingkungan, pembacaan display dapat menunjukkan nilai-nilai kecil sebelum pengujian, misalnya kurang dari 0,5 gauss. Ini bukan kerusakan alat.

- Dengan alat di tangan, bergerak perlahan menuju ke objek di bawah pengukuran sampai itu psysically disentuh. (Perhatikan bagaimana intensitas medan meningkat saat Anda bergerak lebih dekat ke objek)

- Posisi alat EMF pada sudut yang berbeda untuk objek di bawah pengukuran dan mengamati bagaimana hal ini dapat mempengaruhi pembacaan Anda.

- Dengan mencoba berbagai sudut mendekati objek di bawah pengukuran, perekam nilai tertinggi ditampilkan pada layar.

- Jika objek di bawah pengukuran dimatikan selama pengukuran, tester membaca EMF kemudian harus kembali ke nol, kecuali bidang dari sumber lain yang terdeteksi.

Prosedur penggunaan alat ukur yang sesuai dengan SOP harus dilaksanakan oleh pekerja yang bertugas mengukur, sehingga pekerjaan pengukuran dapat terlaksana dengan baik dan hasil yang didapat sesuai dengan maksud dan tujuan.

### 4.2.4. Data hasil pengukuran elektromagnetik di PT. PLN(Persero) tahun 2010

Salah satu data sekunder yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) APP Cawang adalah data pengukuran medan magnet dan medan listrik yang ada pada SUTET daerah jalur Marunda sampai Bekasi, jalur Pisangan sampai Penggilingan, dan daerah Kelapa gading sampai dengan cawang. Pengukuran dilakukan pada tanggal 22 sampai dengan 23 desember 2010 dengan memakai alat pengukur medan listri yaitu Monroe Electric 238 a 1 (ML) LUTRON EMF -832 (MM), dan RENGING METERS / INC PAT 387621 (ANDONAGAN) yang akan disesuaikan dengan standar WHO yaitu untuk medan listrik adalah 5kV dan untuk medan magnet adalah 0,1 mT.

## Tabel 8

## Pengukuran medan magnet dan medan listrik

BASHCAMPGANDUL

| NO | PENGHANTAR 150 KV | TOWER | HASIL PENGUKURAN | | | | | | KETERANGAN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | MEDAN LISTRIK | MEDAN MAGNET | ARUS | TANGGAL | JARAK ANDONGAN | TYPE ALAT | |
| 1 | MRNDA - BKSASI | T24 - 25 | 1,4 | 0,042 | | | 11,2 | | |
| | | T25 - 26 | 1,3 | 0,042 | | | 11,4 | Monroe Electric 238 a 1 (ML) | |
| | | T26 - 27 | 1,3 | 0,044 | 270 | 22-Des-10 | 11,4 | | |
| | | T27 - 28 | 1,4 | 0,044 | | | 10,9 | | |
| | | T28 - 29 | 1,3 | 0,043 | | | 10,7 | | |
| | | T29 - 30 | 1,4 | 0,043 | | | 10,9 | | |
| 2 | PGSAN - PGDNG - PGLNG | T2 - 3 | 1,4 | 0,032 | | | 12,3 | | |
| | | T3 - 4 | 1,3 | 0,029 | | | 12,4 | LUTRON EMF - 832 (MM) | STANDAR : WHO Medan Listrik =5 kV Medan Magnet=0 ,1 mT |
| | | T4 - 5 | 1,3 | 0,031 | | | 12,1 | | |
| | | T5 - 6 | 1,6 | 0,032 | 576 | 22-Des-10 | 12,4 | | |
| | | T6 - 7 | 1,3 | 0,029 | | | 11,5 | | |
| | | T7 - 8 | 1,6 | 0,034 | | | 11,4 | RENGING METERS / INC PAT 387621 (ANDONAGAN) | |
| | | T8 - 9 | 1,5 | 0,034 | | | 11,7 | | |
| | | T9 - 10 | 1,5 | 0,035 | | | 11,4 | | |
| 3 | PGDNG - CWANG | T.5 - 6 | 0,02 | 0,004 | | | 10,6 | | |
| | | T.6 - 7 | 0,04 | 0,007 | | | 10,4 | | |
| | | T.7 - 8 | 0,04 | 0,007 | 0 | 23-Des-10 | 9,9 | | |
| | | T.10 - 11 | 0,02 | 0,005 | | | 9,8 | | |
| | | T.11 - 12 | 0,03 | 0,004 | | | 9,8 | | |
| | | T.12 - 13 | 0,03 | 0,004 | | | 10,2 | | |

## 4.3. Hasil pengukuran SUTET dan kesesuaian dengan standar WHO di PLN APP Cawang

### 4.3.1. Hasil pengukuran SUTET di PLN APP Cawang

**Tabel 9**

| No. | LOKASI PENGUKURAN | Medan Listrik (Volt) | Medan Magnet (mT) | Rata rata (mT) | TYPE ALAT | STANDARISASI NAB |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Tower 1 | | | | | |
| | • Titik 1 | | 0,036 | | | |
| | • Titik 2 | | 0,037 | 0,036 | | |
| | • Titik 3 | | 0,036 | | | WHO |
| | | - | | | | Medan Listrik = 5 Kv / m |
| 2. | Tower 2 | | | | UJTRON EMF – 822 | Medan Magnet = 0.1 Mt |
| | • Titik 1 | | 0,038 | | | |
| | • Titik 2 | | 0,048 | 0.041 | | |
| | • Titik 3 | - | 0,037 | | | |

Pengukuran medan magnetik di bawah jaringan SUTET 150 kV telah dilakukan di lokasi PT. PLN (Persero) App cawang .Data hasil pengukurannya adalah rata-rata 0,036 miliTesla di tower pertama dengan tiga titik, yaitu Titik 1 (satu) adalah 0,036, Titik 2 (dua) adalah 0,037,dan Titik 3 (tiga) adalah 0,036 dengan jatak 2 meter dari tiang SUTET, Tower ke kedua pengukuran rata-rata 0,041 miliTesla dengan tiga titik, Titik 1 (satu) adalah 0,038, Titik 2 (dua) adalah 0,048,dan Titik 3 (tiga) adalah

0,037 dengan jarak 2 meter dari tiang SUTET, Tower pertama dan kedua berada di dalam lingkungan PT. PLN (Persero) APP Cawang dengan kondisi lapangan tidak ada bangunan dan pohon.

Menurut WHO (World Health Organization), batasan pajanan kuat medan magnet yang diduga dapat menimbulkan efek biologis untuk umum adalah 0,1 mili Tesla, sedang seperti diuraikan diatas kuat Pengukuran medan magnet di bawah jaringan SUTET ukuran rata-rata 0,036 mili Tesla untuk tower 1 dan 0.041 mili Tesla untuk tower 2 di dalam lingkungan PT. PLN (Persero) App Cawang dengan jarak 2 meter dari tiang SUTET. Jadi masih dibawah ambang batas yang ditetapkan.. Hal tersebut berarti SUTET tidak berdampak terhadap kesehatan pekerja sesuai dengan standar WHO (World Health Organization)..

### 4.3.2. Kesesuaian dengan nilai ambang batas SUTET di PLN APP Cawang

**Tabel 10**

| LOKASI PENGUKURAN | Rata rata (mT) | HASIL | Standard WHO | Sesuai atau tidak sesuai |
|---|---|---|---|---|
| Tower 1 | 0,036 | Dibawah NAB | 0.1 mT | Sesuai |
| Tower 2 | 0.041 | Dibawah NAB | 0.1 mT | Sesuai |

Menurut Standart yang ditetapkan oleh UNEP, WHO dan IRPA pada tahun 1987 mengeluarkan suatu pernyataan mengenai nilai rapat arus induksi terhadap efek–efek biologis yang ditimbulkan akibat pajanan medan listrik dan medan magnet pada frekuensi 50/60HZ terhadap tubuh manusia sebagai berikut : antara 1 dan 10 mA/m2 tidak menimbulkan efek biologis yang berarti,antara 10 dan 100 mA/m2 menimbulkan efek biologis yang terbukti termasuk efek pada sistem penglihatan dan syaraf, antara 100 dan 1000 mA/m2 menimbulkan stimulasi padajaringan-jaringan yang dapat dirangsang dan ada kemungkinan bahaya terhadap kesehatan dan, di atas 1000 mA/m2 dapat menimbulkan ekstrasistole dan fibrasi ventrikular dari jantung (bahaya akut terhadap kesehatan).

Batasan pajanan kuat medan listrik yang diduga dapat menimbulkan efek biologis untuk umum adalah 5 kV/m, sedang hasil pengukuran dilapangan tidak dapat dilakukan dikarenakan alat yanng biasa dipakai untuk mengukur Medan Listrik sedang dalam perbaikan.

### 4.3.3. Dampak yang ditimbulkan oleh medan elektromagnetik di SUTET PT. PLN APP Cawang

Adanya medan listrik dan medan magnet yang disebabkan oleh pembangkit dan transmisi SUTET secara tidak langsung akan menimbulkan masalah terhadap kesehatan pekerja pada SUTET, hanya saja sampai berapa besarkah kuat medan listrik dan medan magnet yang terpapar ke tubuh pekerja yang dapat menimbulkan masalah. Adanya induksi medan magnetik yang ada pada SUTET terhadap pekerja sedikit

banyak akan, mempengaruhi tingkat kesehatan secara tidak langsung, induksi tersebut akan menyebabkan tersimpannya sejumlah elektron dalam tubuh pekerja dan merupakan sesuatu yang tidak normal.

Kelebihan elektron tersebut akan mempengaruhi kerja susunan syaraf yang membuat komunikasi antar sel terganggu, dimana elektron tersebut tersimpan dalam tubuh karena tubuh tesebut tidak dapat mengalirkan kelebihan elektron kebumi disebabkan terisolasi terhadap bumi. Hal ini sering kita mendengar keluhan kesehatannya terganggu (tidak bisa tidur, stress dll)

Penelitian tentang pengaruh medan listrik terhadap kesehatan pekerja kelistrikan antara lain:

- Korobkova dan kawan-kawan (1972), melakukan penelitian terhadap 250 tenaga kerjapada gardu induk 500 kV di Uni Sovyet yang terpapar selama 10 tahun didapati adanya gangguan susunan syaraf pusat, keluhan nyeri kepaladan gangguan tidur.
- Kowenhoven dan kawan-kawan (1979) dari John Hopkins Hospital melakukan penelitian terhadap tenaga kerja yang telah bekerja selama 3,5 tahun pada sistem transmisi 345 kV tidak ditemukan adanya gangguan. Milham (1985) melakukan analisa terhadap penelitian yang terjadi pada pekerja antara tahun 1950-1982 di Washington, disimpulkan bahwa telah terjadi peningkatan proporsional ratio kematian untuk leukemia dan limfoma non hodgkin pada pekerja yang terpapar medan listrik dan dari sini dapat disimpulkan bahwa medan listrik bersifat karsinogenik.

- Qiang K (1994) melakukan penelitian terhadap 964 pekerja yang terpapar medan elektromaknetik dan 66 pekerja yang bertugas sebagai petugas pemeliharaan jaringan transmisi 750 kV di Cina, ternyata dari hasil pemeriksaan tidak terdapat gangguan kesehatan dan mereka yang bertugas pada pemeliharaan jaringan dan tinggal sepenuhnya dibawah jaringan dengan tingkat pemaparan kurang dari 5 kV/m.

Sementara itu WHO menyatakan kira-kira 25.000 artikel yang meneliti tentang pengaruh biologi dan penggunaan peralatan kesehatan dari non - ionizingradiation selama 30 tahun, menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut walaupun sebenarnya tidak ada pengaruh dari pemaparan medan listrik maupun medan magnet terhadap kesehatan manusia, memang untuk dosis pemaparan yang tinggi dapat menimbulkan gangguan kesehatan.

Menurut IRPA dan WHO, batasan panjang kuat medan magnet yang diduga dapat menimbulkan efek biologis untuk umum adalah 0,5 mili tesla. Secara garis besar radiasi medan magnetik total yang dihisap dan didistribusikan dalam tubuh manusia adalah tergantung beberapa hal :

- Frekuensi dan panjang gelombang medan elektromagnetik
- Polarisasi medan magnetik.
- konfigurasai (seperti jarak) antara badan dan sumber radiasi medan magnetik.
- Keadaan paparan radiasi, seperti adanya benda lain disekitar sumber radiasi.

- Sifat-sifat elektrik (listrik) tubuh (konstan dielektrik dan konduktivitas). Hal ini sangat tergantung pada kadar air didalam tubuh. Radiasi lebih banyak diisap pada media dengan konstan dielektrik yang tinggi, seperti otak, otot, dan jaringan lain dengan kadar air tinggi.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui apakah medan elektromagnetik yang keluar dari SUTET dapat mengganggu kesehatan pekerja. Hasilnya tidak ada data ilmiah yang dapat membuktikan bahwa SUTET mengganggu kesehatan. Secara fisika, medan elektromagnetik SUTET termasuk medan dengan frekuensi rendah sehingga tidak dapat memanaskan atau mengionisasi bila mengenai suatu bahan atau benda.

Hal ini diperkuat oleh data hasil pengukuran bahwa medan elektromagnetik dibawah SUTET jauh lebih rendah dibandingkan standard batas maksimal yang diijinkan oleh organisasi dunia WHO untuk orang dapat tinggal dan hidup disana. WHO juga tidak penah melarang manusia untuk hidup berdampingan dengan medan elektro magnetik, karena hampir semua peralatan listrik dirumah juga menghasilkan medan elektromagnetik dan secara tidak sadar manusia telah lama hidup di dalam medan elektromagnetik, bahkan di dunia kedokteran, medan elektromagnetik dimanfaatkan untuk membantu dokter meneliti berbagai penyakit. Seperti sinar-X, CT scan, MRI.

### 4.3.4. Minimalisasi dampak radiasi elektromagnetik

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa menurut standar WHO dan pemerintah maka SUTET dinyatakan aman. Namun hak tersebut masih sangat meragukan, berhubung banyak kasus yang telah dialami pekerja di areal SUTET apalagi standar akan batas minimal medan listrik dan medan megnetik belum dapat diketahui secara pasti. Untuk itu upaya-upaya pencegahan serta penanggulangan akan dampak SUTET terhadap kesehatan sangat disarankan.

Dari sana dapat diketahui upaya-upaya apa saja yang dapat dilakukan dalam menanggulangidampak medan listrik dan medan magnetik yang dihasilkan oleh SUTET berikut

diantaranya:

- Jarak Aman Minimum yaitu daerah dimana pelaksana dapat bekerja dan peralatan dapat digunakan dengan aman pada daerah bertegangan. Pekerja harus tetap menjaga dirinya dan peralatan yang dibawahnya tidak melanggar jarak aman minimum dan jarak minimum peralatan seperti ditetapkan pada, dari bagian yang bertegangan.
- Pakaian Konduktif, harus digunakan oleh semua pelaksana/perkerja yang bertugas di atas tower. Karena kebutuhan untuk memposisikan pekerja berada lebih dekat ke daerah yang bertegangan. Pakaian ini dihubungkan ke konduktor, untuk menghilangkan beda potensial tegangan konduktor sama dengan

### 4.3.4. Minimalisasi dampak radiasi elektromagnetik

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa menurut standar WHO dan pemerintah maka SUTET dinyatakan aman. Namun hak tersebut masih sangat meragukan, berhubung banyak kasus yang telah dialami pekerja di areal SUTET apalagi standar akan batas minimal medan listrik dan medan megnetik belum dapat diketahui secara pasti. Untuk itu upaya-upaya pencegahan serta penanggulangan akan dampak SUTET terhadap kesehatan sangat disarankan.

Dari sana dapat diketahui upaya-upaya apa saja yang dapat dilakukan dalam menanggulangidampak medan listrik dan medan magnetik yang dihasilkan oleh SUTET berikut

diantaranya:

- Jarak Aman Minimum yaitu daerah dimana pelaksana dapat bekerja dan peralatan dapat digunakan dengan aman pada daerah bertegangan. Pekerja harus tetap menjaga dirinya dan peralatan yang dibawahnya tidak melanggar jarak aman minimum dan jarak minimum peralatan seperti ditetapkan pada, dari bagian yang bertegangan.
- Pakaian Konduktif, harus digunakan oleh semua pelaksana/perkerja yang bertugas di atas tower. Karena kebutuhan untuk memposisikan pekerja berada lebih dekat ke daerah yang bertegangan. Pakaian ini dihubungkan ke konduktor, untuk menghilangkan beda potensial tegangan konduktor sama dengan

pelaksana/pekerja dan memungkinkan untuk bekerja dengan menggunakan tangannya pada konduktor bertegangan secara langsung sampai dengan tegangan 765 kV.

- Prosedur Pemeriksaan Kesehatan pekerja yang dilaksanakan PT. PLN (Persero) dikarenakanadanya resiko bahaya radiasi elektromagnetik yang terpapar yang dapat menimbulkan efek negative bagi kesehatan Prosedur ini mencangkup kegiatan pemantauan kesehatan awal, berkala, dan khusus. Pemeriksaan kesehatan dapat dilakukan oleh pihak luar (outsourcing). Prosedur ini berlaku untuk karyawan tetap, pegawai outsourcing yang bekerja di lingkungan PT. PLN (Persero) App Cawang.




INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

# BAB V

# KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1. Kesimpulan

5.1.1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat diambil kesimpulan umum yaitu Dengan adanya pengukuran yang sesuai dengan standart dan nilai ambang batas di WHO serta kegiatan dan prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang baik dapat mencegah bahaya paparan radiasi yang terjadi pada Saluran Tegangan Extra Tinggi (SUTET) sehingga menjadikan tempat yang aman bagi pekerja di PT. PLN (Persero).

5.1.2. Selain diatas, kesimpulan khusus yang diperoleh penelitian adalah sebagai berikut :

- PT. PLN (Persero) sebagai satu perusahaan yang ditunjuk oleh negara untuk memberikan pelayanan kepada konsumen khususnya masyarakat dan perindustrian di Indonesia dalam mengadaan kelistrikan. Seiring terus bertambahnya permintaan penggunaan listrik maka PT. PLN (Persero) membangun saluran transmisi udara yang kabelnya memiliki tegangan listrik 70, 150 dan 500kV yang tersebar di wilayah Indonesia. Semakin tinggi tegangan saluran transmisi maka kemampuannya menyalurkan daya listrik juga semakin besar.

Oleh karena itu SUTET harus dioperasikan secara benar sesuai dengan standar tehnis agar aman

- Proses pengukuran pajanan radiasi elektromagnetik diperlukan Alat ukur Tujuan dari pengukuran gelombang elektromagnetik adalah untuk memahami konsep dasar gelombang elektromagnetik, untuk memantau dan juga menilai potensi bahaya yang berada pada SUTET dimana terdapat radiasi elektromagnetik yang dapat berdampak pada para pekerja yang berada disekitar SUTET. Alat ukur tersebut perlu diketahui jenis dan spesifikasinya agar hasilnya akurat. jenis alat ukur yang sesuai yaitu EMF FIELD TESTER / EMF-822A dimana frekwensi gelombang elektromagnetik dapat ditangkap sebesar kekuatan gelombang elektromagnetik diubah menjadi gelombang mekanis/listrik kemudian dibaca pada monitor dalam satuan A/m.
- Hasil pengukuran rata-rata 0,036 mili Tesla untuk tower pertama dan 0.041 mili Tesla untuk tower kedua dengan jarak 2 meter dari tiang SUTET. Jadi masih dibawah standar yang ditetapkan WHO dimana telah memberikan batas atas medan listrik dan medan magnet yang terpapar secara langsung dan dalam waktu yang cukup lama. Besarnya 5kV/m untuk medan listrik dan 0,3 mT untuk medan magnetnya... Hal tersebut berarti SUTET tidak berdampak terhadap kesehatan pekerja

## 5.2. Saran

- Pekerja harus sering di ikut sertakan dalam pelatihan dan seminar diluar maupun di dalam lingkup PT. PLN (Persero) APP Cawang agar menambah informasi pengetahuan tentang bahaya radiasi khususnya radiasi elektromagnetik.
- Alat ukur diharapkan mempunyai sistem pemeliharaan alat ukur yang baik sehingga dapat dipakai jika dibutuhkan dan terhindar dari kerusakan.
- Pekerja diharapkan mempunyai keselamatan kerja yang baik di dalam melaksanaakan proses bekerjanya, dengan menguasai SOP dalam melakukan pekerjaannya,
- Penyimpanan dan pemeliharaan APD diharapkan lebih baik
- Dalam Pengadaan program kesehatan kerja diharapkan seluruh pekerja ikut berpatisipasi sehingga dapat tercapainya tingkat kesehatan kerja yang baik dan dapat mendeteksian sedini mungkin terhadap penyakit yang mungkin ada sehingga penurunan angka Penyakit akibat kerja yang akan menjadi indikator keberhasilan program kesehatan kerja dengan melaksanakan pelayanan kesehatan yang baik.




INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

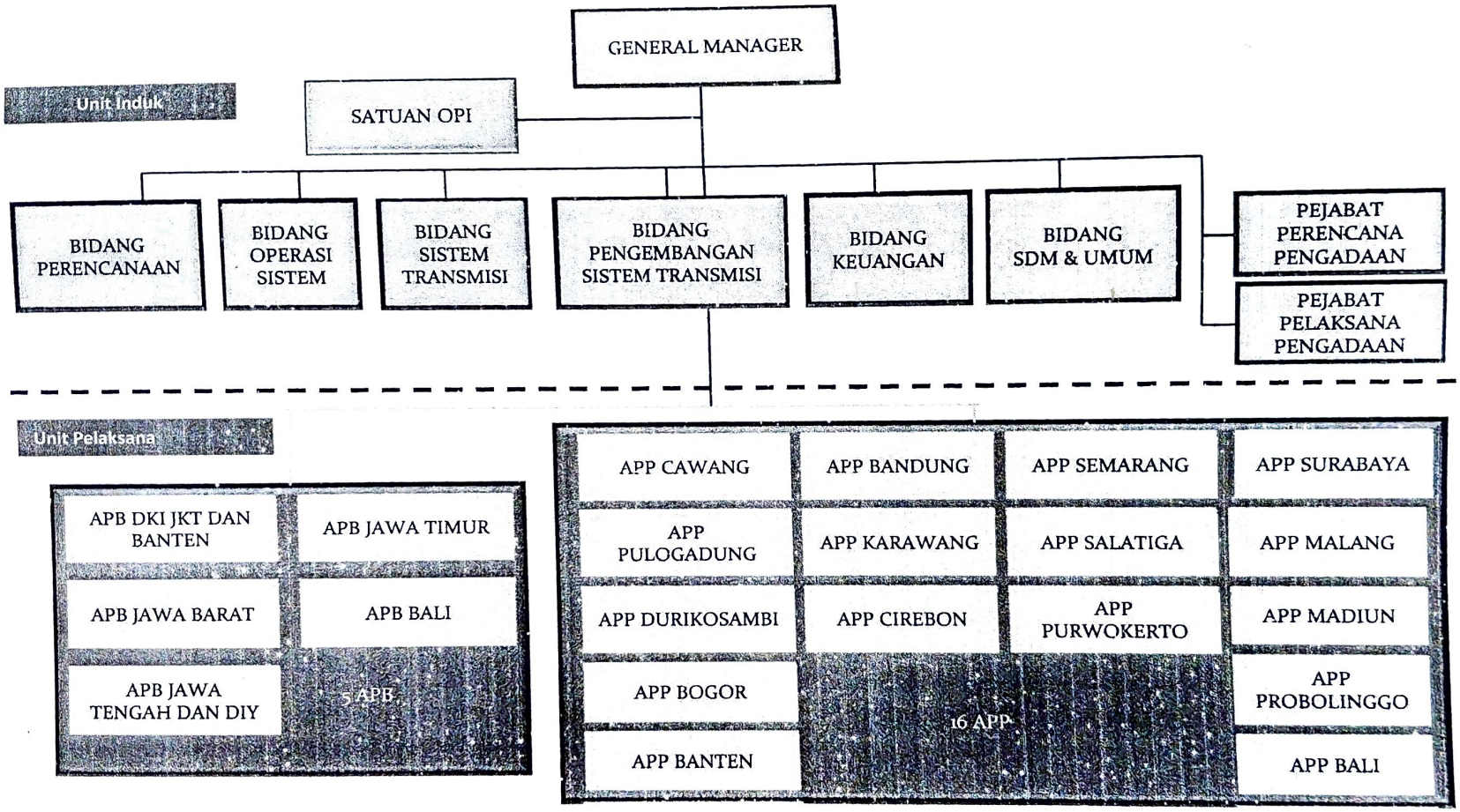
## DAFTAR PUSTAKA


1. Arismunandar.A. dkk, (1979) Klasifikasi saluran transmisi pembangkit listrik.
2. Rekomendasi IRPA, INIRC dan WHO tahun 1990.
3. PERMENAKER NO 13/MEN/X/2013 Tentang Ambang Batas faktor fisika dan kimia di tempat kerja dalam pengukuran radiasi frekwensi gelombang elektromagnetik.
4. Buku Operational Manual EMF Tester.
5. Makalah Bapak Djamal Thaib, B.Sc,S.IP.M.Sc, "Alat ukur hygiene Industri".
6. Buku Laboraturium K3 oleh Bapak Sumadi.
7. Buku Praktis PLN tentang Listrik, Sutet, Manfaat, dan Kesehatan.
8. PLN App Cawang. Panduan Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan. Jakarta
9. Sugiyono, 2014. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D, Bandung: Alfabeta
10. http://adywirawan.blogspot.com/2007/11/gelombang - elektromagnetik.
11. http://one.indoskripsi.com/judul-skripsi-tugas-makalah/gejala-medan-tinggi/resiko-bahaya-operator-generator-terhadap-radiasi elektromagnetik dan efeknya.
12. http://www.elektroindonesia.com




INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

# Struktur Organisasi Enabling



# 5. FRONT PANEL DESCRIPTION

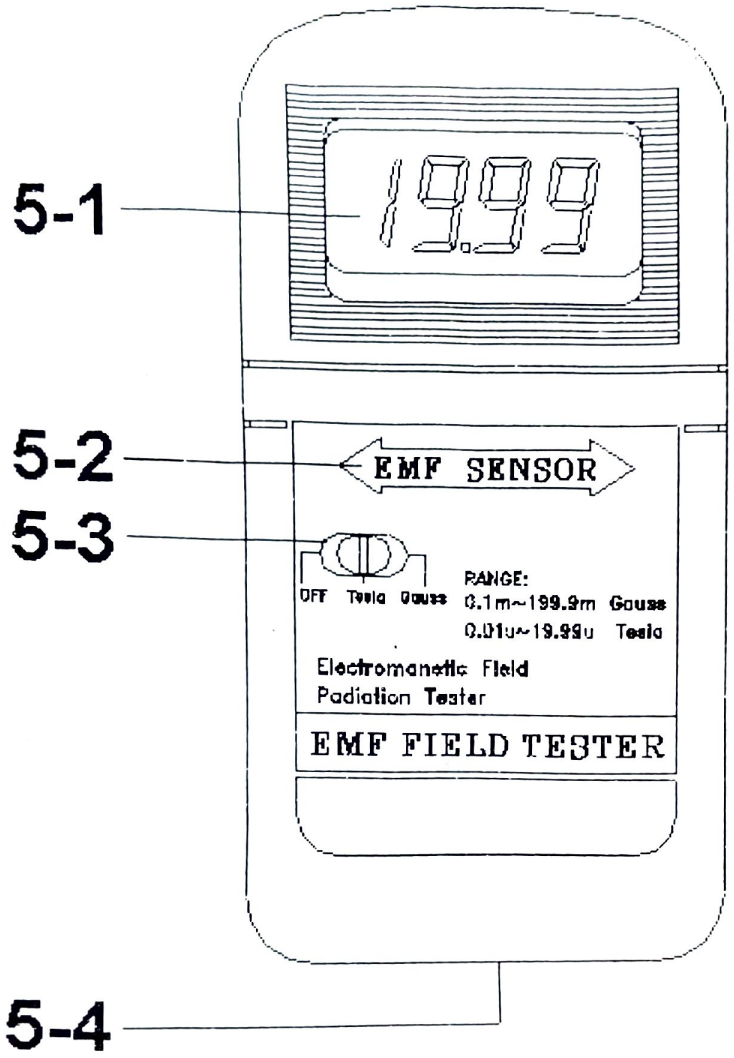



Fig. 1

5-1 Display
5-2 EMF Sensor Position
5-3 OFF/micro Tesla/milli Gauss Switch
5-4 Battery Cover/Compartment

## CATATAN PERUBAHAN

| Revisi ke | Tanggal | Halaman | Paragraf | Alasan | Disetujui oleh | Jabatan | Tanda Tangan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

# MCU PT.PLN ( PERSERO) P3B JB APP CAWANG
## PERIODE : NOVEMBER/DESEMBER 2014

| No. | N A M A | NIP | JENIS PEKERJAAN | STRUKTUR/ FUNGSIONAL | KETERANGAN/CAT.KESEHATAN |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | DAYAT HIDAYAT | 683507K3 | JEJARGI TET CAWANG | FUNGSIONAL | Riwayat Asma , Pendarahan dubur.drAyah.hentikan merokok,saran diet rendah gula dan Karbohidarat, tingkatkan olahraga, pendengaran penurunan ringan,pemeriksaan gigi caries, Dapat bekerja pada tempat semula dan perlu pengobatan |
| 2 | FEBYAN DARMA CIPTA | 9312045P3Y | JT.HAR PDKB SUTT/SUTET | FUNGSIONAL | Susah tidur,sakit Maag,hipertensi dr ayah,Jantung Normal, saran ganti gigi dgn gigi palsu,cabut geraham bungsu yg tumbuh miring,pertahankan berat badan,olah raga teratur,Dapat bekerja pada tempat semula. |
| 3 | PRISMA PANJI PRATAMA | 9514046P3Y | JT.HAR.PDKB SUTT/SUTET | FUNGSIONAL | Underweight,bintik-2 diseluruh tubuh jika minum air dingin mata seringberkedip,Jantung Normal, jantung Normal,saran diet rendah purin,pemeriksaan gigi, |
| 4 | MUHAMAD ASYRARI | 8404032P3B | JT.HAR.PDKB GI/GITET | FUNGSIONAL | Cepat lelah,Sendi sakit,iritasi kulit,sakit maag,riwayat alergi,Riwata ayah Hipertensi,Jantung Normal,Cendrung Kolesterol,Hindari makan tinggi purin,periksa gigi,Olah Raga teratur,Dapat bekerja pada Tempat Sedmula |
| 5 | ARIEF AL KHAERI | 8708011P3B | JT.HAR.PDKB SUTT/SUTET | FUNGSIONAL | Riwayat batuk menahun,DB thn 2009,merokok,Jantung Normal,Mata minus,Benjolan di Submandibula, pembersihan karang gigi,hindari makan berlemak,stop rokok,Dapat bekerja pada Tempat semula |
| 6 | ABDUL FAJAR | 8908009P3B | JT.HAR.PDKB GI/GITET | FUNGSIONAL | Susah buang air besar(sembelit) ,mudah flu klo di tempat dingin,Jantung Normal, Saran harus banyak minum air putih,Olah raga teratur,turunkan berat badan,Dapat bekerja di tempat semula |
| 7 | PRADHITYA WASTU NURJITO | 8908008P3B | JT.HAR.PDKB SUTT/SUTET | FUNGSIONAL | Migren/Sakit Kepala hebat,Jantung Normal,Saran,USG Abdomen,Pemeriksaan MRI,Pemeriksaan tulang,Dapat bekerja pada tempat semula |
| 8 | PRADANA PARAHITA | 8908001P3B | JT.HAR.PDKB SUTT/SUTET | FUNGSIONAL | Mata Minus,masalah pd gigi,mulut,Hipertensi,Jantung Normal,Asam urat tinggi,Hindari makanan tinggi purin,kenakan kacamata,Turunkan berat badan,Dapat bekerja pada tempat semula |
| 9 | OKKY ANDREAS TRINONO | 9112021P3Y | JT.HAR.PDKB SUTT/SUTET | FUNGSIONAL | Riwayat penyklt Typus,Jantung Normal,Cenrung Peningkatan Hiperlipidemia (Kolesterol Total)Mencabut geraham bungsu,olah raga teratur,dpat bekerja di tempat semula |
| 10 | HAMZAH MUNTOHA | 9514064P3Y | JT.HAR.PDKB SUTT/SUTET | FUNGSIONAL | Gusi berdarah jika puasa,Tifus,Jantung Normal, Gambaran Bronchitis,periksa hemostasis,olah raga teratur |
| 11 | PAHALA KEMALA SIMANJUNTAK | 9112017P3Y | JT.HAR.PDKB SUTT/SUTET | FUNGSIONAL | Tb Paru TH. 2012,jantung Normal, Saran Scaling (gigi) Olah raga teratur,Hentikan merokok Dapat bekerja di tempat semula |
| 12 | GILANG KUSUMAJATI | 8808010P3B | JT.HAR.PDKB GI/GITET | FUNGSIONAL | Riwayat Operasi gigi,Tifus di rawat, Jantung Normal, Saran HINDARI MAKANAN PURIN TINGGI,scaling dan cabut akar gigi,Turunkan berat badan,Olah raga teratur Dapat bekerja pada tempat semula |

# DOKUMENTASI







