



# **PENDEDAHAN GELOMBANG ELEKTROMAGNET (EMF) DI TALIAN ATAS DAN BAWAH TANAH**

Oleh  
Dr. Wan Saffiey Wan Abdullah  
Pengurus Kumpulan Sinaran Tidak Mengion (NIR)  
Bahagian Keselamatan Sinaran  
Agensi Nuklear Malaysia, Bangi, Selangor

# Talian Kuasa

- Frekuensi: 50Hz
- Gelombang bergerak dengan halaju cahaya – 300,000km/saat
- Jarak gelombang: 6,000km
- Tenaga gelombang:  $3.31 \times 10^{-32}$  Joule atau  $2.07 \times 10^{-13}$  eV.
- Berbanding sinaran mengion: 60trillion kali lebih rendah.

# Talian Penghantar Kuasa Voltan Tinggi

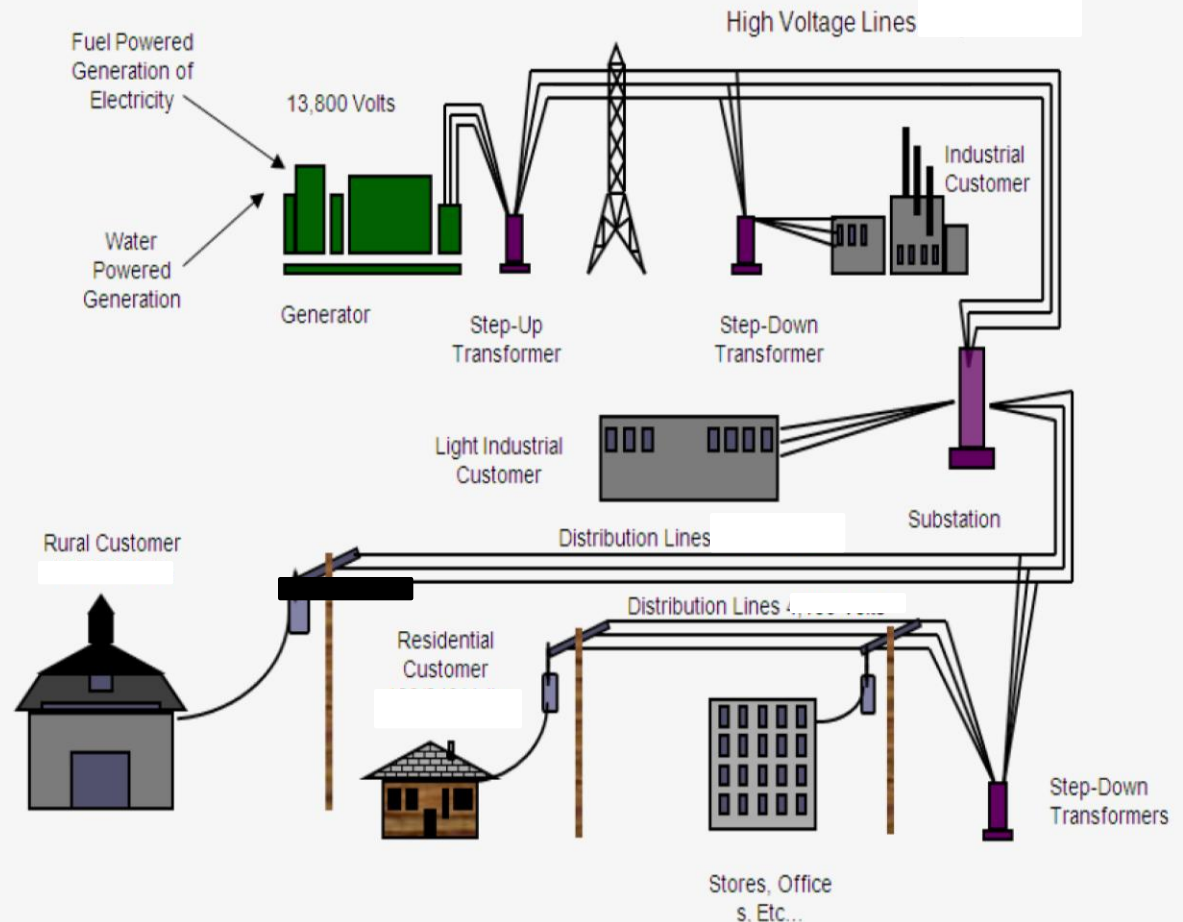
- Medan Elektrik dan Magnet terhasil dari pengaliran arus elektrik.
- Medan menyusut dengan ketara berbanding jarak dari punca dan mudah dihalang oleh bangunan dan juga oleh tubuh (tubuh merupakan pengalir elektrik), medan elektrik yang terhasil dari tubuh adalah sangat rendah berbanding dengan medan elektrik semulajadi yang sedia ada dalam tubuh,
- Medan magnet tidak mudah untuk dihalang ke dalam tubuh dan ia boleh menyebabkan kesan kesihatan sekiranya berlaku dedahan berlebihan, walaubagaimanapun medan magnet yang dihasilkan dari talian kuasa voltan tinggi adalah sangat rendah berbanding dengan medan magnet bumi dalam lingkungan 300 – 500milliGauss

# Voltan Talian Kuasa di Malaysia

- Talian atas – digunakan secara meluas di Malaysia
- Talian bawah tanah – digunakan pada kawasan tertentu, lebih mahal (5-10x)

- 500kV
  - 275kV
  - 132kV
  - 66kV
  - 33kV
  - 22kV
  - 11kV
  - 6.6kV
  - 415V/240V
- Talian Penghantar Kuasa
- Talian Pembahagi Kuasa

## THE MAJOR STEPS IN GENERATION, TRANSMISSION AND DISTRIBUTION OF ELECTRICITY



















# Underground Power Cable Systems

- New York City – no overhead since 1890's
- Singapore - 100% underground
- The Netherlands – Distribution 100%
- Belgium ban on OH Lines since 1992
- Denmark replaced six 132 kV OH lines with two new 400 kV UG cables in 1997 and 1999
- December 1999 storms in France caused many blackouts-new policy 25% HV lines are UG

**Table 2 Public Concerns for cables and overhead lines  
(CIGRE1996 21/22-01):**

**0 no importance, 1 low importance, 2 high importance, 3 compulsory**

<b>Concern</b>	<b>Rating for Overhead</b>	<b>Rating for Cables</b>
<b>Visual</b>	<b>2.5</b>	<b>0.2</b>
<b>Magnetic Field</b>	<b>2.5</b>	<b>1.1</b>
<b>Land Depreciation</b>	<b>2.2</b>	<b>1</b>
<b>Electric Field Effects</b>	<b>2.1</b>	<b>0</b>
<b>Ground Occupation</b>	<b>1.7</b>	<b>1.1</b>
<b>Security of Supply</b>	<b>1.6</b>	<b>0.4</b>

# Faktor Mempengaruhi Medan di Bawah Talian Kabel Penghantar Kuasa Voltan Tinggi

- Mempunyai frekuensi yang sama (50Hz)
- Bergantung kepada voltan dan arus yang ada pada kabel berkenaan
- Ketinggian kabel penghantar kuasa dari aras bumi
- Bentuk atau geometri kabel berkenaan
- Gabungan talian kabel berkenaan
- Objek –objek tinggi lain yang berdekatan (pokok, pagar dsb.)

# Akta dan peraturan berkaitan

- **Electricity Supply Act 1990**

- **Electricity Regulation 1994**

- ❖ Kreteria yang melibatkan pemasangan talian dengan hanya menekankan tentang keselamatan elektrik terhadap orang awam
- ❖ Talian penghantar dengan keupayaan 275kV dan ke atas hendaklah menyediakan ruang tanah kosong tidak kurang dari 7.3m dan jarak talian ke struktur bangunan terdekat tidak kurang dari 4.6m.
- ❖ Amalan yang dibuat oleh TNB pada masa ini adalah mengosongkan selebar 40m sepanjang talian voltan tinggi yang dipanggil right-of-way (ROW)

- **Town Planning Regulation 1985**

- ❖ Tidak menyatakan secara spesifik tentang keperluan untuk menyediakan penyusunan dan kedudukan bangunan yang hendak dibangunkan keadaan dan lokasi talian penghantar kuasa. Tetapi menghendaki pembangunan hartanah menyediakan ruang yang cukup untuk pemasangan sub-station dan talian penghantar kuasa ke sub-station berkenaan

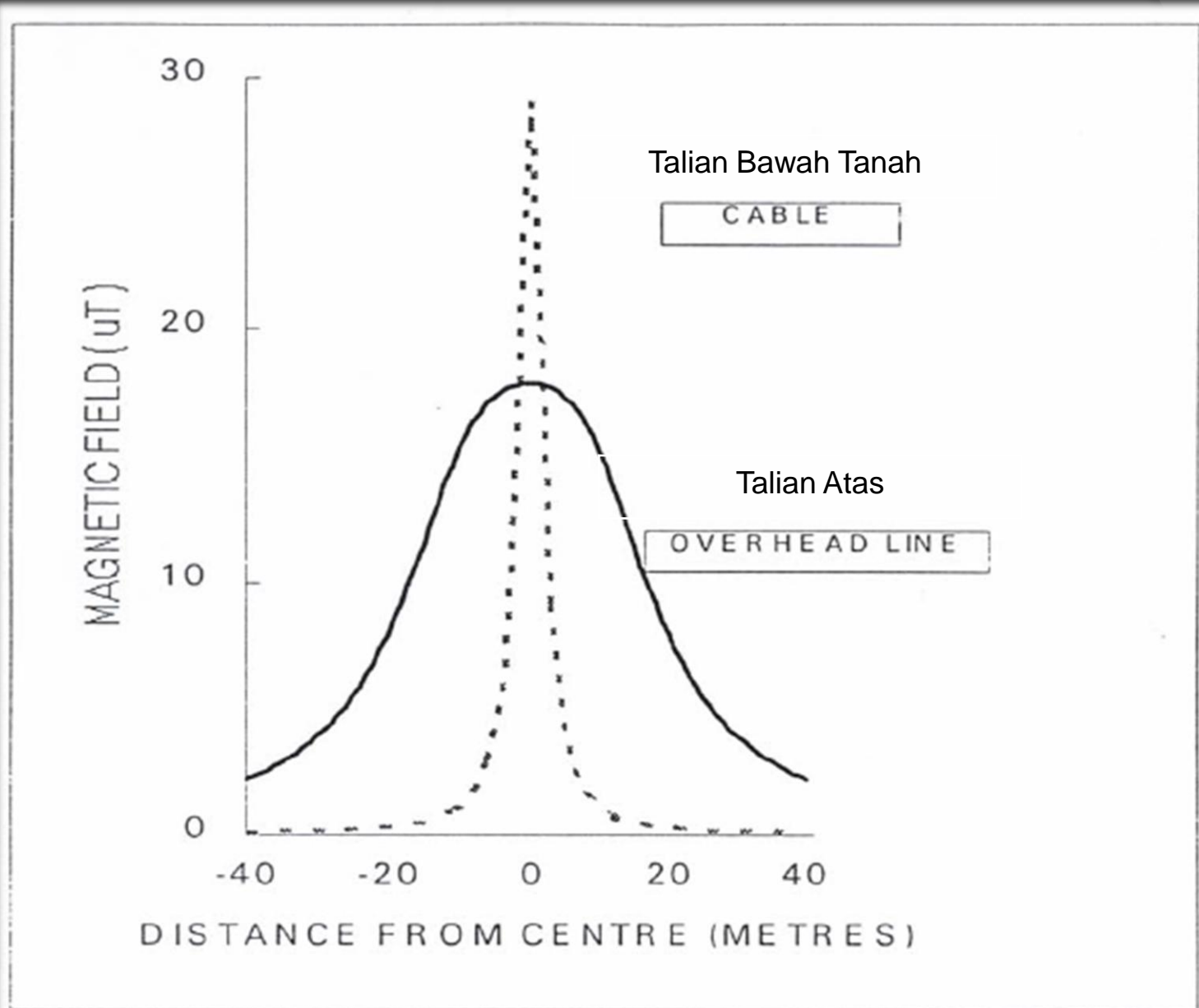
# Had Dedahan Awam ELF

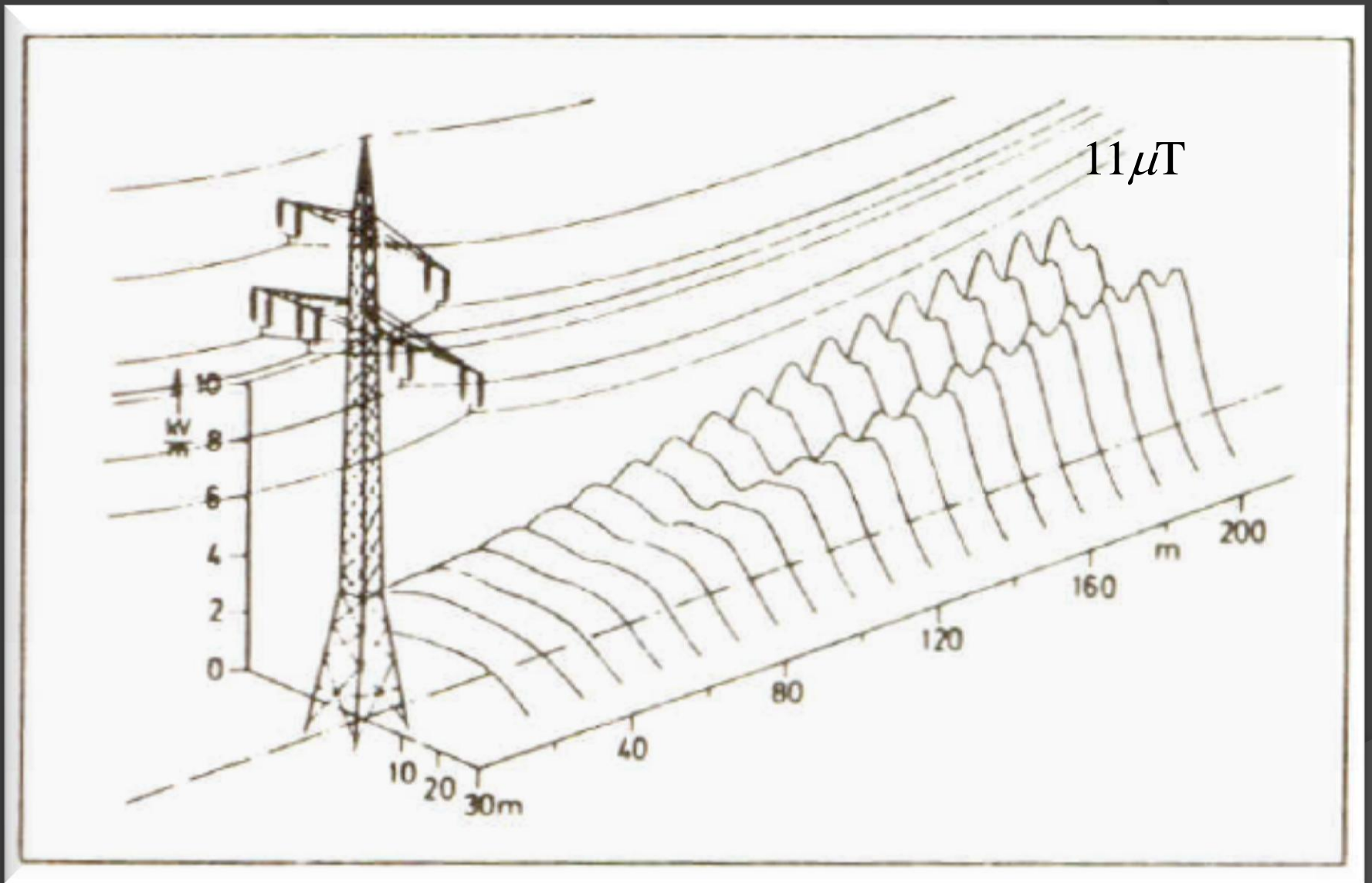
Negara	Frekuensi	Degahan Awam ELF	
		Medan Magnet (mGauss)	Medan Elektrik (V/m)
Australia	50Hz	1000	5000
UK	50Hz	20000	12280
Australia	50Hz	1000	5000
IRPA	50/60Hz	1000	5000
ICNIRP	50Hz	1000	5000
CENELEC ENV	50Hz	6400	10000
ITALY	50Hz	1000	5000

Nota: 1000mGauss = 100mikroTesla

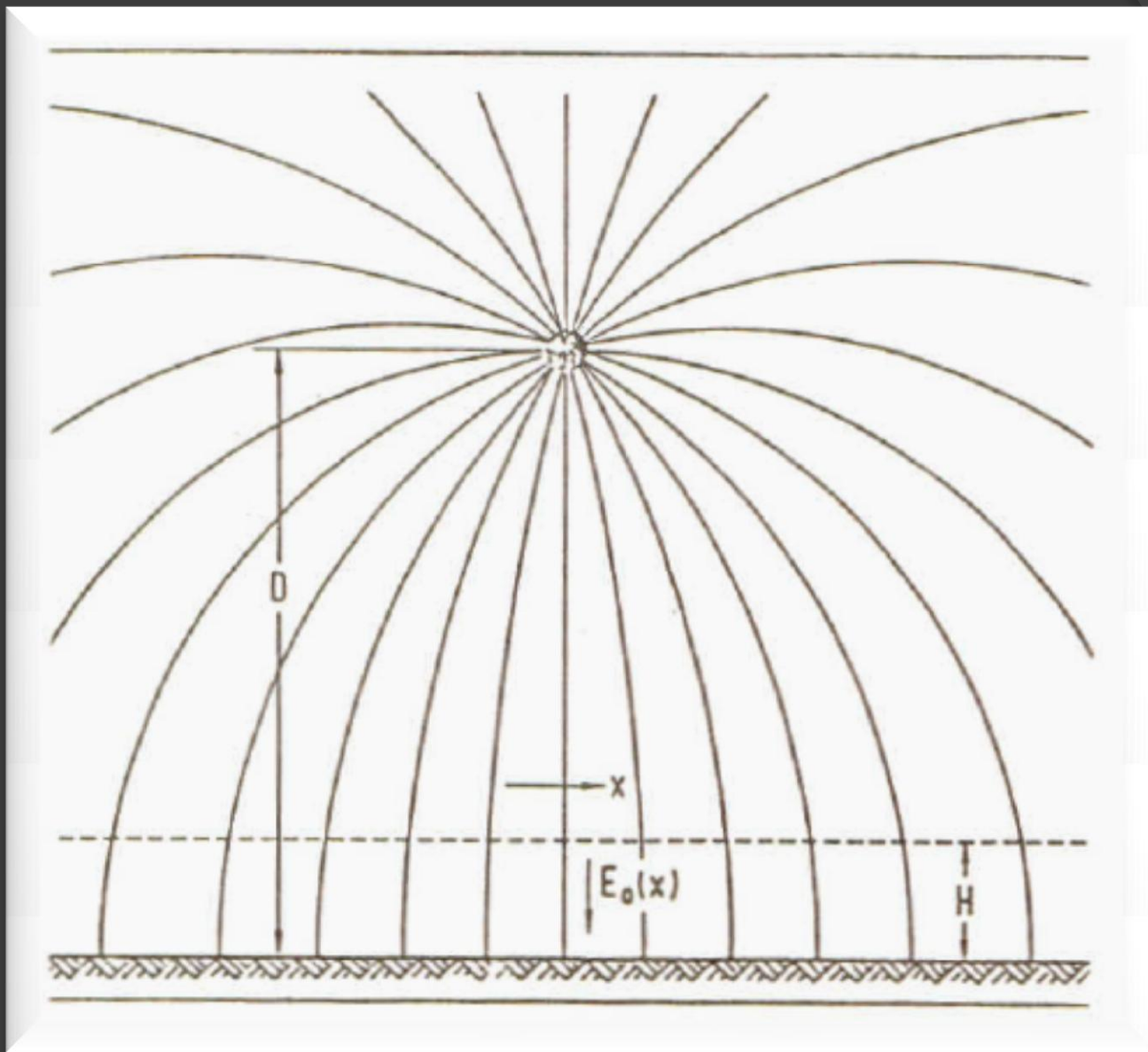


# Medan Magnet dari Talian Atas dan Talian Bawah Tanah



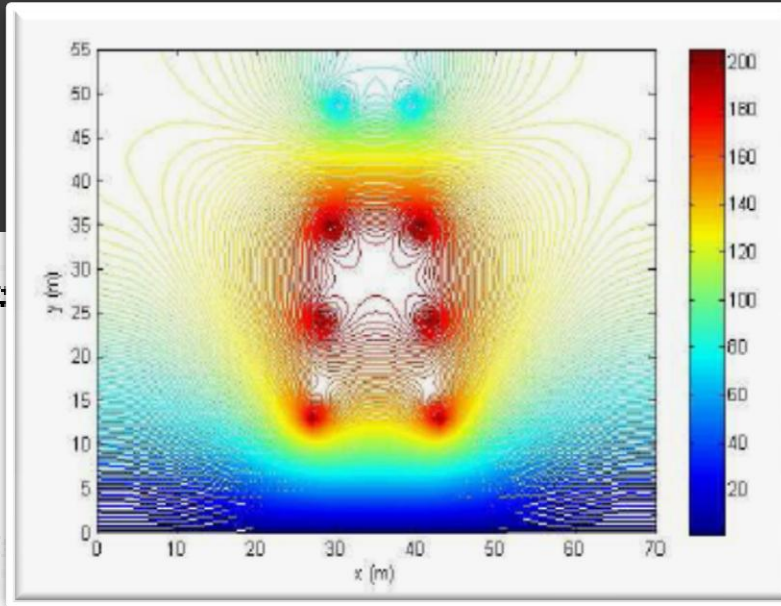


Bentuk medan elektrik di bawah talian penghantar kuasa voltan tinggi

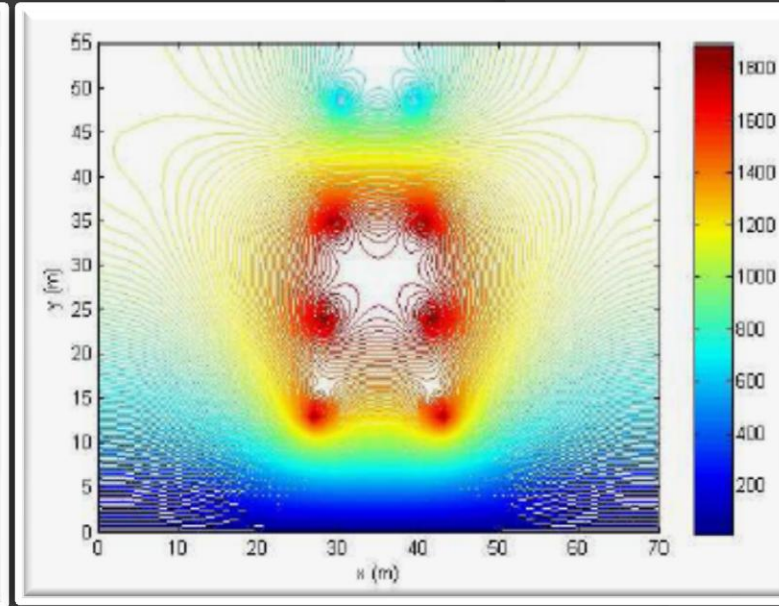


Corak medan elektrik yang terhasil dari talian pengalir voltan tinggi

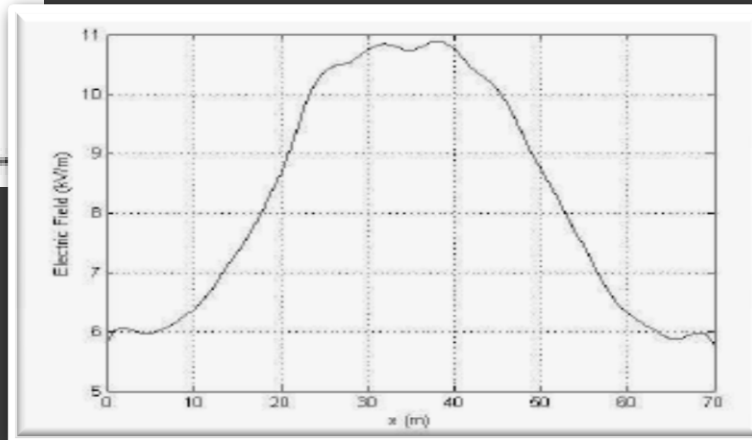
# Model matematik mengenai corak medan elektrik dan magnet dari talian kuasa voltan tinggi (500kV)



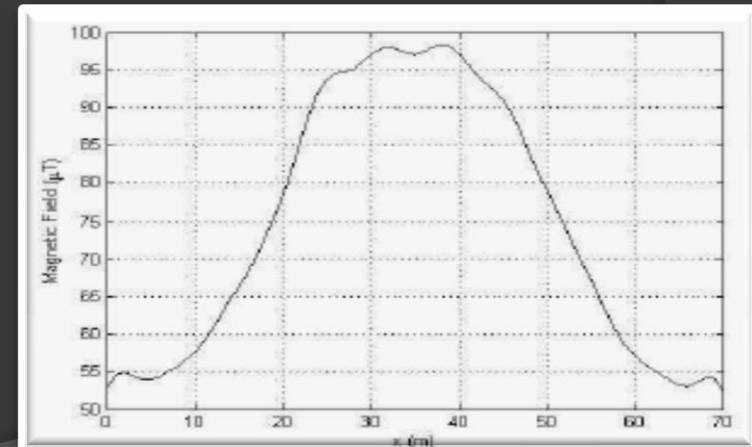
Taburan medan elektrik (kV/m)



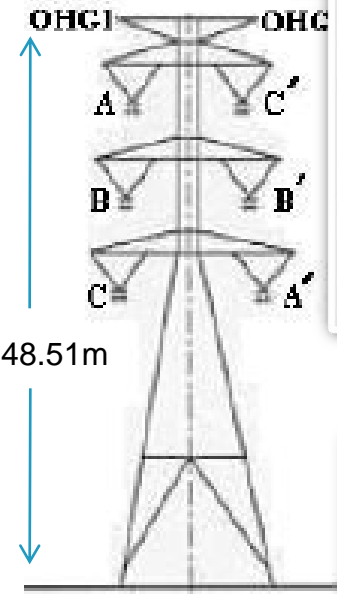
Taburan medan magnet ( $\mu\text{T}$ )



Taburan medan elektrik pada ketinggian 1m dari aras tanah



Taburan medan magnet pada ketinggian 1m dari aras tanah



Talian 500kV penghantar kuasa voltan tinggi

# Medan Magnet dan Elektrik dari Talian Voltan Tinggi

## Typical EMF Levels for Power Transmission Lines\*

**132kV**



Approx. Edge  
of Right-of-Way

15 m  
(50 ft)

30 m  
(100 ft)

61 m  
(200 ft)

91 m  
(300 ft)

Electric Field (kV/m)

1.0

0.5

0.07

0.01

0.003

Mean Magnetic Field (mG)

29.7

6.5

1.7

0.4

0.2

**275kV**



Approx. Edge  
of Right-of-Way

15 m  
(50 ft)

30 m  
(100 ft)

61 m  
(200 ft)

91 m  
(300 ft)

Electric Field (kV/m)

2.0

1.5

0.3

0.05

0.01

Mean Magnetic Field (mG)

57.5

19.5

7.1

1.8

0.8

**500kV**



Approx. Edge  
of Right-of-Way

20 m  
(65 ft)

30 m  
(100 ft)

61 m  
(200 ft)

91 m  
(300 ft)

Electric Field (kV/m)

7.0

3.0

1.0

0.3

0.1

Mean Magnetic Field (mG)

86.7

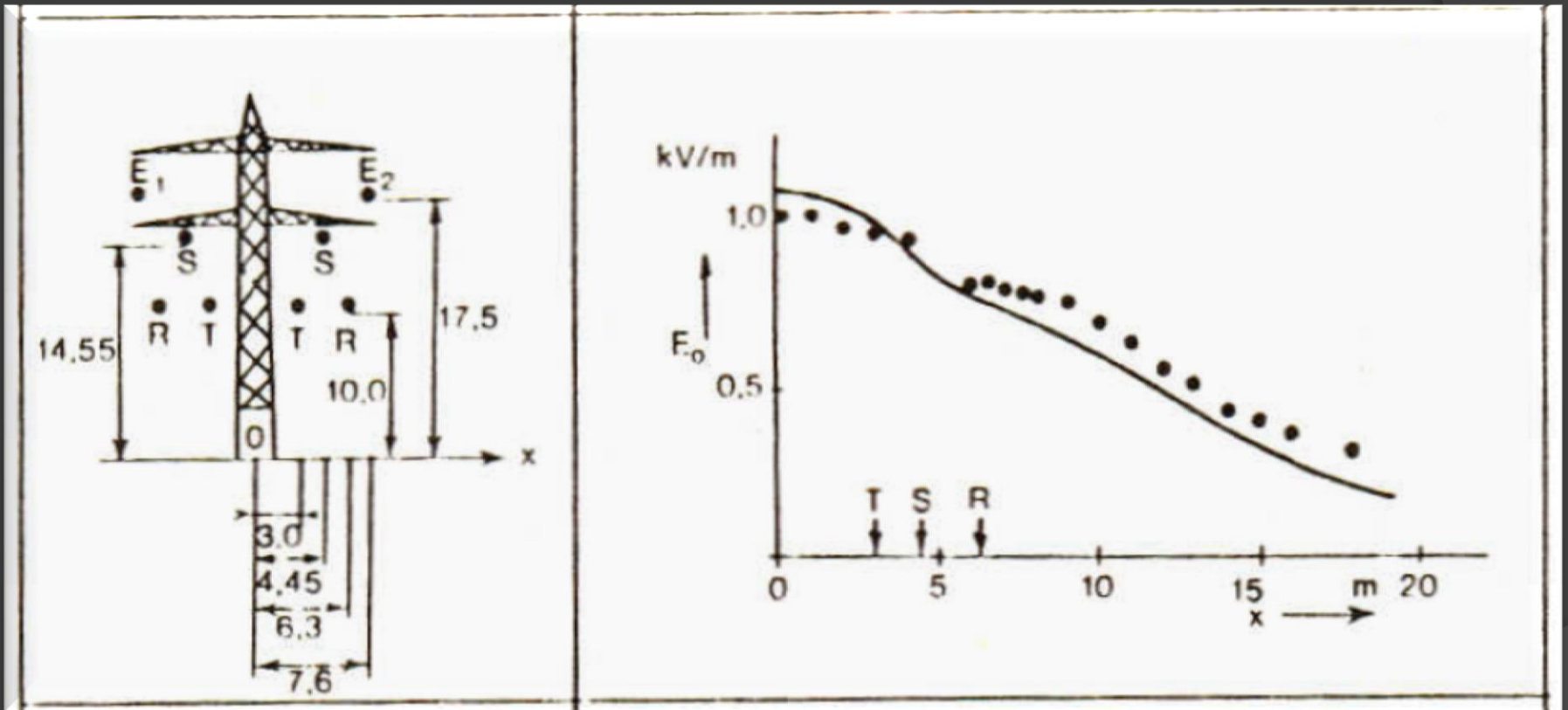
29.4

12.6

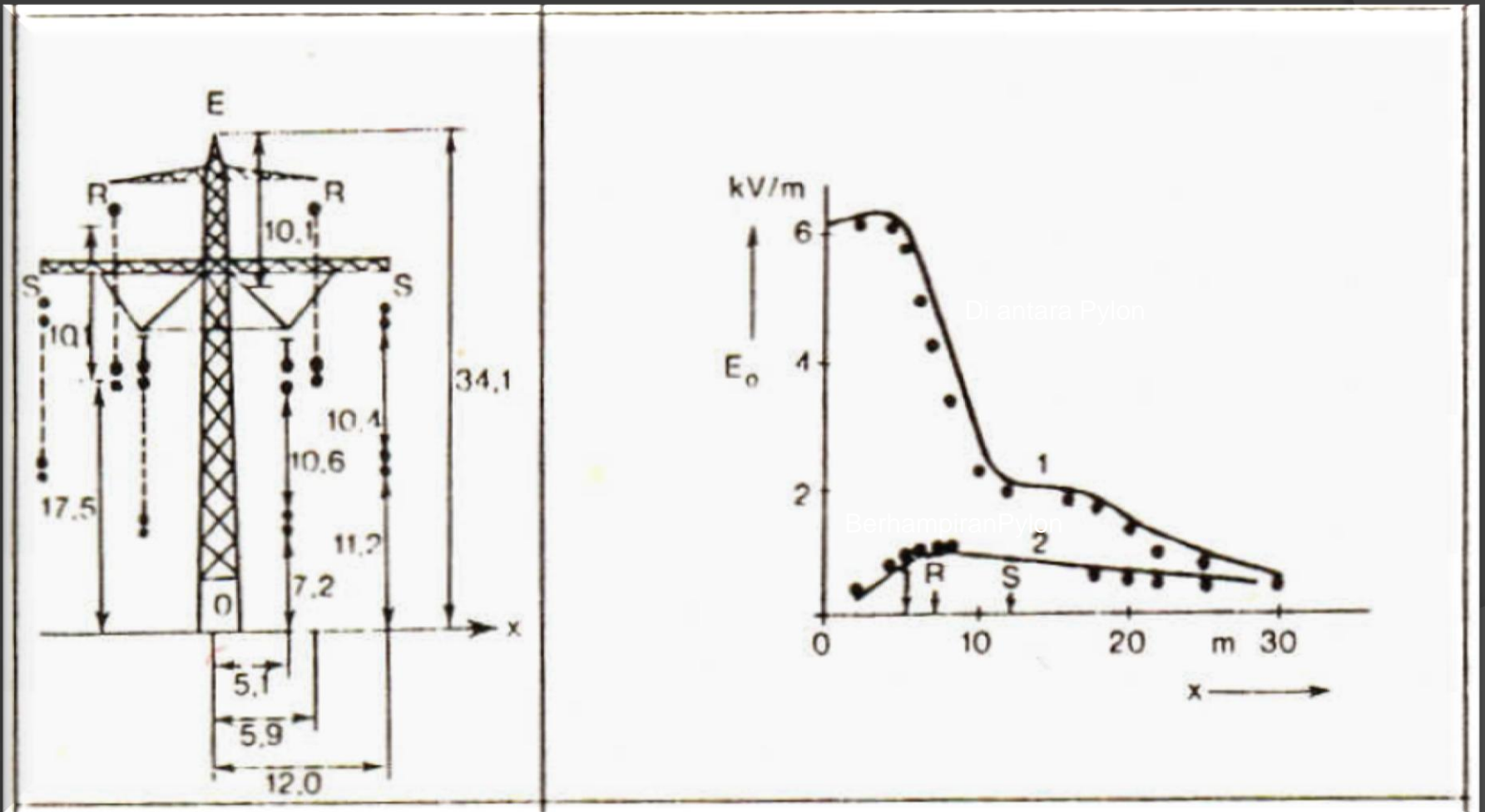
3.2

1.4

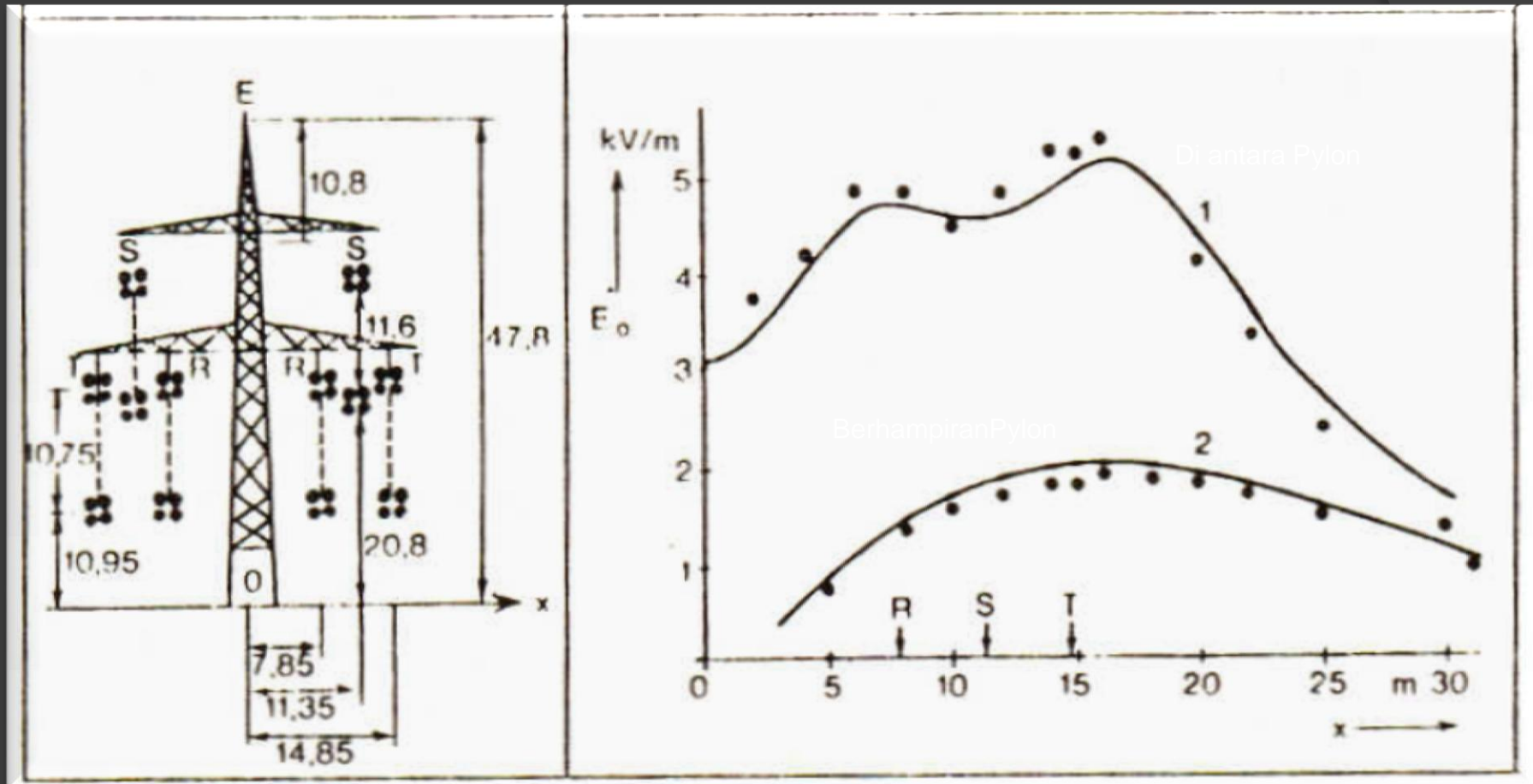
# Kekuatan Medan Elektrik dari Talian Penghantar Kuasa Voltan Tinggi (110kV)



# Kekuatan Medan Elektrik dari Talian Penghantar Kuasa Voltan Tinggi (220kV)



# Kekuatan Medan Elektrik dari Talian Penghantar Kuasa Voltan Tinggi (380kV)





## Medan Elektrik dan Magnet Talian Kuasa Voltan Tinggi (2007) Pada Ketinggian 50cm dari Aras Tanah

Kabel HV	Jarak dari ROW (m)	Medan Magnet ( $\mu\text{T}$ )	Medan Elektrik (v/m)
Damansara (275kV)	0	0.056- 0192	9.5-37.5
	10	0.017-0.032	17.7 – 294.8
	20	0.005- 0.014	5.8 -43.6
	30	0.003-0.004	4.4 -21.8
Jln Pantai (132kV &275kV)	50-80	0.17 – 0.67	0.14 -32
Taman Sri Hartamas ((132kV &275kV)	center	0.187 – 0.299	18.3 - 58.5
	0	0.023 – 0.074	0.1 – 62.0
	10	0.024 - 0.050	0.1 – 18.52
	20	0.018 – 0.034	0.1 – 48.1
	30	0.008 – 0.029	2.34 – 10.2
Seremban (132kV)	150-200	0.007 -0.014	2.56

Had Maximum Dedahan oleh ICNIRP (Orang Awam) =  $100\mu\text{T}$  =1000milliGauss

# Medan Elektrik dan Magnet Talian Kuasa Voltan Tinggi (samb.)

Kabel HV	Jarak dari ROW (m)	Medan Magnet ( $\mu\text{T}$ )	Medan Elektrik (v/m)
Sri Kembangan (275kV)	Left	0.109 -0.172	2164.3 -7600
	Center	0.17 – 0.188	1024.2 – 6770
	Right	0.087 – 0.267	746.3 - 10610
	10	0.046 -0.130	43.4 -1206.2
	20	0.032 – 0.112	36.1 – 292.8
	30	0.025 – 0.039	8.8 – 55.1
Sg. Buluh (132kV &275kV)	0	0.055 - 0.194	670.9 -3750
	10	0.012 -0.033	17.7 – 294.8
	20	0.005 – 0.015	1.9 -43.6
	30	0.003 – 0.004	4.4 – 21.8
Bandar Baru Bangi (132kV)	center	0.009 – 0.65	373 - 4320
	10	0.003 – 0.150	200 – 800

Nota: Had Maximum Dedahan oleh ICNIRP (Orang Awam) =  $100\mu\text{T}$  =1000milliGauss

# ELF -EMF Berhampiran Talian Penghantar Kuasa, Pengukuran oleh Nuklear Malaysia (2007) di Lembah Klang

- ⦿ Kekuatan medan magnet yang diukur berubah-ubah dari 0.3milliGauss (0.03microTesla) ke 19.2milliGauss (1.92microTesla) diukur pada kawasan tanah tinggi dibawah kabel atas. Kawasan perumahan pada jarak 30m dari talian menunjukkan medan elektrik berkurangan sehingga 3.29milliGauss (0.329microTesla)
- ⦿ Manakala medan elektrik yang diukur dari serendah 3.15V/m dan setinggi 3218.57V/m. Pada kedudukan 30m dari tengah pylon, medan elektrik telah menurun dengan ketara kepada 262.95V/m.

# Kajian Epidemiologi Medan Elektrik dan Magnet Dari Talian Voltan Tinggi

- Kajian epidemiologi pada masa ini dirangka dengan begitu teliti dan setengahnya melibatkan bilangan responden yang ramai. Contohnya kajian di Finland ia melibatkan 134,800 kanak-kanak dengan lebih 1juta orang-tahun dedahan.
- Hasilnya, kajian epidemiologi yang diambil secara menyeluruh, yang juga melibatkan kajian terdahulu yang boleh dipertikaikan (kajian yang kurang lengkap, setengahnya merumuskan kesan yang positif, kajian kini didapati ia lebih berkualiti, yang banyak merumuskan kesan yang negatif. Jika sekiranya medan dari penghantar kuasa boleh menyebabkan kanser, adalah menasabah untuk menjangkakan bahawa kajian terkini boleh mengesahkan kajian terdahulu. Apa yang boleh dinyatakan ini memberi petunjuk bahawa kesan dari dedahan medan talian bervoltan tinggi adalah tidak konklusif..

# Kesan Kesihatan

- Sehingga kini kesan secara terbukti masih lagi belum ditemui. Ini di akui oleh WHO. Dalam penyelidikan ke atas binatang, seperti tikus ia dapat hidup sehingga beberapa keturunan pada frekuensi 50Hz/60Hz dengan medan magnet setinggi 10,000milliGauss (1mT), nilai ini adalah beribu kali lebih tinggi dari medan magnet talian voltan tinggi, tanpa memberi apa-apa kesan kesihatan.
- Adalah diketahui bahawa perubahan turun naik medan magnet akan menghasilkan arus elektrik seperti yang dinyatakan oleh teori (Law) Faraday. Medan elektrik yang dihasilkan ini adalah sangat rendah berbanding dengan medan elektrik semulajadi hasil dari perubahan terma seperti yang telah dibuktikan oleh Prof. Robert Adair. Ini menunjukkan bahawa medan magnet dari talian kuasa voltan tinggi di luar dari ROW adalah sangat rendah dan tidak menunjukkan isyarat terhadap kesan kesihatan.

# Kesimpulan

- ⦿ Medan elektrik mudah dihalang dan diserap oleh objek dan menurun dengan ketara diluar dari kawasan talian.
- ⦿ Medan magnet tidak mudah dihalang tetapi mempunyai nilai yang sangat rendah diluar dari kawasan talian
- ⦿ Sehingga kini WHO mendapati tiada bukti konklusif kaitan medan elektrik & magnet aras rendah dan kesannya terhadap kesihatan, banyak penyelidikan mengenainya sedang dilakukan di merata dunia.