

## PENGARUH RADIASI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK TERHADAP KESEHATAN MANUSIA (Suatu Kajian Pustaka)

**I.B. Alit Swamardika**

Staf Pengajar Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Bali, 80361  
gusalit@ee.unud.ac.id

### Abstrak

Radiasi pada dasarnya adalah suatu cara perambatan energi dari sumber energi ke lingkungannya tanpa membutuhkan medium. Gelombang radio, sinyal televisi, sinar radar, cahaya tak terlihat, sinar-x dan sinar gamma merupakan contoh-contoh gelombang elektromagnetik. 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. Banyak kalangan mengklaim bahwa gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh alat-alat listrik dapat mengganggu kesehatan pengguna dan orang-orang yang berdiri di sekitarnya. Anggapan ini dibenarkan oleh para ahli bidang telekomunikasi, namun tidak sedikit pula bantahan-bantahan oleh beberapa pihak yang menyangkal sebaliknya.

**Kata kunci :** Radiasi, Gelombang Elektromagnetik, Kesehatan Manusia.

### 1. PENDAHULUAN

Istilah radiasi sering dianggap menyeramkan, sesuatu yang membahayakan, mengganggu kesehatan bahkan keselamatan. Padahal di sekitar kita baik di rumah, di kantor, maupun di tempat-tempat umum, ternyata banyak sekali radiasi. Radiasi pada dasarnya adalah suatu cara perambatan energi dari sumber energi ke lingkungannya tanpa membutuhkan panas. Beberapa contoh adalah perambatan panas, cahaya, dan gelombang radio.

Spektrum gelombang elektromagnetik yang kita ketahui mencakup rentang frekuensi yang lebar. Gelombang radio, sinyal televisi, sinar radar, cahaya tak terlihat, sinar-x dan sinar gamma merupakan contoh-contoh gelombang elektromagnetik. Dalam ruang hampa, gelombang ini semuanya merambat dengan kecepatan yang sama,  $3 \times 10^8$  m/s. Sumber elektromagnetik ada dimana-mana, matahari, bintang, lampu, dan tornado merupakan sumber alamiah dari gelombang elektromagnetik. Ada juga sumber elektromagnetik buatan seperti ledakan nuklir, rangkaian listrik dengan tube vakum atau transistor, diode microwave, laser antena radio dan banyak lagi.

Tubuh manusia akan tersinari oleh berbagai frekuensi gelombang magnetic yang kompleks. 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. Termasuk telepon seluler (ponsel) maupun microwave oven, ternyata sangat potensial menimbulkan berbagai keluhan tersebut.

Banyak kalangan mengklaim bahwa gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh alat-alat listrik dapat mengganggu kesehatan pengguna dan orang-orang yang berdiri di sekitarnya. Anggapan ini dibenarkan oleh para ahli bidang telekomunikasi, namun tidak sedikit pula bantahan-bantahan oleh beberapa pihak yang menyangkal sebaliknya.

Berdasarkan hal di atas akan dijelaskan secara garis besar gelombang elektromagnetik serta pengaruhnya terhadap kesehatan manusia.

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, dapat dirumuskan permasalahannya sebagai berikut: Bagaimanakah pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik terhadap kesehatan manusia?

Karya Ilmiah ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik terhadap kesehatan manusia.

### 2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ada dua jenis radiasi. Jenis pertama adalah partikel alpha dan beta yang berasal dari material radioaktif; dan gelombang elektromagnetik atau photon adalah jenis yang kedua. Disini radiasi yang menjadi pokok bahasan hanya pada gelombang elektromagnetik.

Spektrum gelombang elektromagnetik dibagi menjadi beberapa daerah. Pada spektrum gelombang dengan frekuensi 60 atau 50 Hz terdapat medan elektromagnetik yang dibangkitkan oleh saluran daya listrik dan beberapa peralatan besar maupun kecil. Pada ujung atas terdapat radiasi nuklir yang terdiri dari sinar gamma dan sinar-x. Ditengah-tengah terdapat frekuensi radio (RF) gelombang elektromagnetik yang membawa apa saja dari radio AM dan FM dan siaran televisi, band radio dan lainnya. Oleh karena itu peralatan komunikasi yang sering digunakan oleh manusia akan meradiasikan atau membocorkan gelombang elektromagnetik RF.

Gelombang elektromagnetik energi sangat tinggi, seperti sinar gamma atau sinar-x, disebut juga radiasi ionisasi karena mereka mengionisasi molekul pada jalur yang dilalui. Pemaparan gelombang yang tidak terkendali dari radiasi ionisasi dalam jumlah besar diketahui sebagai penyebab penyakit dan bahkan kematian pada manusia.

Efek biologis gelombang elektromagnetik RF non-ionisasi tidak diketahui dengan baik pada saat ini, walaupun telah dilakukan beberapa penelitian. Belum ditemukan bukti bahwa pemaparan terhadap gelombang elektromagnetik frekuensi rendah dari saluran transmisi akan menyebabkan beberapa penyakit.

### 2.1 Aplikasi Gelombang Elektromagnetik serta Dampak terhadap Kesehatan Manusia.

Manusia telah menemukan peralatan yang menghasilkan energi elektromagnetik untuk komunikasi, sensor dan deteksi, serta keperluan lain. Apapun tujuannya, sebuah sistem harus mentransmisikan energi tersebut dalam cara yang diinginkan. Beberapa cara mentransmisikan adalah melalui saluran transmisi, dengan mengirimkannya melalui udara, atau dengan cara microwave titik ke titik.

Kemajuan teknologi komunikasi akan diikuti oleh tingkat kehidupan yang lebih baik, yang akan menuju ke tingkat kemudahan-kemudahan dalam berkomunikasi, dengan diciptakannya telepon seluler (ponsel). Ponsel merupakan alat komunikasi dua arah dengan menggunakan gelombang radio yang juga dikenal dengan radio frequency (RF), dimanapun Anda melakukan panggilan, suara akan ditulis dalam sebuah kode tertentu ke dalam gelombang radio dan selanjutnya diteruskan melalui antena ponsel menuju ke *base station* terdekat dimana anda melakukan panggilan. Gelombang radio inilah yang menimbulkan radiasi dan banyak kontroversi dari berbagai kalangan tentang keamanan dalam menggunakan ponsel.

Secara garis besar, radiasi total yang diserap oleh tubuh manusia adalah tergantung pada beberapa hal:

1. frekuensi dan panjang gelombang medan elektromagnetik
2. polarisasi medan elektromagnetik

3. jarak antara badan dan sumber radiasi elektromagnetik dalam hal ini handphone
4. keadaan paparan radiasi, seperti adanya benda lain disekitar sumber radiasi
5. sifat-sifat elektrik tubuh. Hal ini sangat tergantung pada kadar air didalam tubuh, radiasi akan lebih banyak diserap pada media dengan konstan dielektri tinggi seperti otak, otot dan jaringan lainnya dengan kadar air tinggi

Menurut *The National Radiological Protection Board* (NPRB) UK, Inggris. Efek yang ditimbulkan oleh radiasi gelombang elektromagnetik dari telepon seluler dibagi menjadi dua yaitu :

1. Efek fisiologis  
Efek fisiologis merupakan efek yang ditimbulkan oleh radiasi gelombang elektromagnetik tersebut yang mengakibatkan gangguan pada organ-organ tubuh manusia berupa, kanker otak dan pendengaran, tumor, perubahan pada jaringan mata, termasuk retina dan lensa mata, gangguan pada reproduksi, hilang ingatan, kepala pening.
2. Efek psikologis  
Merupakan efek kejiwaan yang ditimbulkan oleh radiasi tersebut misalnya timbulnya stress dan ketaknyamanan karena penyinaran radiasi berulang-ulang.

### 2.2 Radiasi Elektromagnetik Dari Telepon Seluler

Telepon seluler (ponsel) mentransmisikan dan menerima sinyal dari dan ke substasiun yang ditempatkan di tengah kota. Substasiun yang menerima sinyal paling jernih dari telepon seluler memberikan pesan ke jaringan telepon local jarak jauh. Jaringan Personal Communication Services (PCS) mirip dengan system telepon seluler. PCS menyediakan komunikasi suara dan data didesain untuk menjangkau daerah yang luas. Pita frekuensi 800 sampai dengan 3000 MHz telah dijatahkan untuk peralatan komunikasi ini (Kobb,1993)

Karena telepon seluler atau unit PCS harus berhubungan dengan substasiun yang diletakkan beberapa kilometer jauhnya, pancaran dari peralatan ini harus cukup kuat untuk memastikan sinyalnya bagus. Peralatan ini memancarkan daya sekitar 0,1 sampai dengan 1,0 W. Tingkat daya dari antena ini aman untuk kesehatan kepala (Fischetti, 1993). Kerapatan daya puncak dari antena pada telepon seluler ini mendekati  $4,8 \text{ W/m}^2$  atau  $0,48 \text{ mW/cm}^2$  (IEEE C 95.1-1991).

Penelitian mengenai pengaruh gelombang mikro terhadap tubuh manusia menyatakan bahwa untuk daya sampai dengan  $10 \text{ mW/cm}^2$  masih termasuk dalam nilai ambang batas aman (Wardhana,2000)

Para ahli mengungkapkan radiasi yang ditimbulkan ponsel tidak seratus persen bisa menyebabkan gangguan kesehatan terhadap manusia, mengingat masih banyak orang yang masih setia menggunakan piranti *wireless* ini untuk memudahkan

aktifitasnya dan tidak terjadi suatu hal apapun bahkan boleh dibilang masih aman-aman saja. Namun kita juga tidak bisa mengabaikan atas permasalahan ini, paling tidak sudah dibuktikan oleh salah satu negara yang memiliki jumlah pengguna ponsel terbanyak dunia. Peraturan tersebut bisa dibilang sangat ketat apalagi mengenai efek samping dari radiasi ponsel. Dengan menetapkan aturan ambang batas toleransi radiasi ponsel, tentunya peraturan ini menimbulkan banyak perdebatan di kalangan produsen dengan pemerintah setempat.

Paling tidak kedepan dengan jumlah penduduk Indonesia sekitar 220 juta jiwa dan baru 25 juta pelanggan saja yang sudah menggunakan telepon seluler (ponsel). Hal ini menunjukkan bahwa industri seluler ditanah air semakin maju. Seiring semakin populernya telepon genggam ini banyak orang sudah mulai mempertanyakan sebenarnya seberapa besar pengaruh radiasi ponsel kepada kesehatan manusia?

Banyak pengguna ponsel yang mungkin tidak tahu bahwa ponsel yang mereka gunakan dapat mengirimkan gelombang elektromagnetik ke dalam tubuh mereka. Sesungguhnya setiap ponsel memiliki spesifikasi ukuran banyaknya energi gelombang mikro yang dapat menembus ke dalam bagian tubuh seseorang tergantung pada seberapa dekat ponsel dengan kepala. Paling tidak kurang lebih sebanyak 60 persen dari radiasi gelombang mikro yang diserap dan menembus daerah sekitar kepala.

Pengukuran kadar radiasi sebuah ponsel umumnya disebut dengan *Specific Absorption Rate* (SAR). Pengukur energi radio frekuensi atau RF yang diserap oleh jaringan tubuh pengguna ponsel bisa dinyatakan sebagai units of watts perkilogram (W/kg). Batas SAR yang ditetapkan oleh ICNIRP adalah 2.0W/kg (watts per kilogram). Sementara *The Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) juga telah menetapkan sebuah standart baru yang digunakan oleh negara Amerika dan negara lain termasuk Indonesia adalah dengan menggunakan batas 1.6W/kg.

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia, WHO, dampak gelombang elektromagnetik tegangan tinggi atau ponsel tidak berbahaya asal pancarannya kecil (UKDWN Net Club). Para peneliti the Kraeftens Bekaempelse mewawancarai 427 warga Denmark yang menderita kanker otak dan 822 orang yang tidak menderita tumor kepala tentang penggunaan ponsel. Hasil studi jelas menunjukkan penggunaan ponsel sama sekali tidak meningkatkan risiko kanker otak.

### 2.3 Radiasi Elektromagnetik dari Saluran Transmisi Tenaga Listrik (PT. PLN, 2006)

Dalam pembangunan sarana ketenagalistrikan, dimanapun akan selalu mempunyai dampak langsung dan tidak langsung. Dampak tidak langsung sarana transmisi yang aman, dituangkan dalam UU No.15 tahun 1985 tentang kenagalistrikan, Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No.

01.P/47/MPE/1992 Tentang Ruang Bebas SUTT dan SUTET Untuk Penyaluran Tenaga Listrik dan 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 dan 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 masyarakat mengetahui daerah yang aman untuk beraktivitas. Jarak aman ini diukur berdasarkan tingginya tegangan listrik, Untuk jaringan tegangan menengah dan rendah (JTM/JTR) di daerah tersebut dapat digunakan rumus sederhana, yaitu  $1 \text{ kV} = 1 \text{ cm}$ . Artinya jika tegangan di kawat jaringan sebesar 20 kV maka jarak amannya adalah 20 cm atau 0,2 m. Untuk transmisi SUTT dan SUTET aturan jarak aman vertical (C) adalah untuk tegangan 70 kV adalah 4,5 m, untuk 150 kV adalah 5,5 m, untuk 275 kV adalah 7,5 m dan untuk 500 kV adalah 9,5 m. Sedangkan jarak aman horizontal dari as/sumbu menara (D) adalah untuk tegangan 70 kV adalah 7 m, untuk 150 kV adalah 10 m, untuk 275 kV adalah 13 m dan 500 kV adalah 17 m.

PLN sendiri telah membuat pagar pembatas untuk menjaga ruang bebas dan jarak aman serta secara periodik melakukan pengukuran kuat medan listrik dengan alat menggunakan alat *Elektromagnetic Field Meter*. Menurut WHO (World Health Organization) ambang batas kekuatan medan listrik dan medan magnet yang tidak membahayakan tubuh manusia sebesar 5 kV/m untuk medan listrik dan 0,1 m Tesla untuk medan magnet. Dari hasil pengukuran yang dilakukan PLN sampai saat ini, kekuatan medan listrik dan magnet di berbagai daerah SUTT dan SUTET di Indonesia masih dibawah ambang batas tersebut. Selain pengukuran berkala, PLN juga memberikan penyuluhan tentang aturan jarak aman kepada masyarakat. Penyuluhan ini bertujuan memberikan pengertian yang benar tentang pengaruh medan listrik dan medan magnet sehingga masyarakat yang bermukim di sekitar sarana transmisi ini, Memiliki persepsi yang benar dan rasa aman tinggal di sekitarnya. Penyuluhan ini biasanya diberikan PLN pada saat awal pengoperasian SUTT dan SUTET, Tetapi penyuluhan ini dapat juga diberikan pada kesempatan lain jika masyarakat membutuhkannya.

Hingga saat ini, belum ada kesepakatan dari para ahli kesehatan dunia mengenai efek SUTET terhadap kesehatan, termasuk kanker dan tumor pada anak dan orang dewasa. Karena penelitian yang dilakukan di seluruh dunia, tidak ada yang bersifat eksperimental

atau percobaan. Yang dilakukan selama ini biasanya hanya mempelajari fakta yang berupa gejala, gangguan penyakit yang dialami masyarakat kemudian dikaji hubungannya dengan SUTET.

Jadi, kemungkinan satu gejala penyakit terkait dengan banyak faktor. Contohnya penyakit kanker darah. Dapat dihubungkan dengan faktor genetik, gizi, perilaku atau zat berbahaya lainnya dalam lingkungan. Sangat sulit membuktikan hubungan sebab akibat antara efek SUTET dengan kesehatan manusia karena manusia tidak bisa dijadikan objek penelitian yang bersifat percobaan (eksperimental). Di samping bertentangan dengan kaidah dasar moral dan etika kedokteran, juga bisa melanggar HAM. Berdasarkan penelitian yang dilakukan selama ini, gangguan kesehatan yang sering dikeluhkan masyarakat, seperti pusing, nyeri otot, gatal-gatal pada kulit, sesak nafas, susah tidur, berdebar-debar, gangguan penglihatan dan lain-lain, merupakan gangguan psikosomatik yang bersifat subyektif.

Gangguan psikis yang sangat populer dewasa ini berhubungan dengan SUTET disebut dengan elektromagnetik hipersensitiviti, sebenarnya merupakan gangguan stres yang berlebihan yang dihubungkan dengan banyak faktor yang mempengaruhi, termasuk faktor sosial. Adanya sinyal yang beredar selama ini, bahwa SUTET dapat menyebabkan kanker dan tumor (terutama pada anak) sampai saat ini belum dapat dibuktikan secara benar (berdasarkan hasil riset)

Berdasarkan hasil penelitian tentang medan magnet dan medan listrik yang ada di daerah pemukiman jalur SUTET, seperti jalur Saguling-Cibinong, Bandung Selatan-Ungaran dan Cirata-Cibatu II, ditemukan angka yang sangat jauh dari Nilai Ambang Batas yang ditentukan IRPA, INIRC dan WHO 1990 yaitu sebesar 0,1 mT (medan magnet) dan 5 kV/m (medan listrik). Untuk medan Magnet, 3 wilayah tersebut paling tinggi hanya mencapai 0,009 mT. Sementara medan listriknya hanya mencapai 3 kV/m.)

Begitu juga penelitian komprehensif lain yang dilakukan di jalur Muara Tawar-Cibatu dengan melakukan anamnesis dan pemeriksaan fisik serta menggunakan riset laboratorium, radiology, elektrokardiogram dan elektroensefalogram. Adanya gangguan mental emosional (tidak puas dan tertekan) berkorelasi dengan meningkatnya penghasilan. Sementara adanya infeksi dan anemia, berkorelasi dengan rendahnya tingkat penghasilan sebagaimana yang ditemukan pada masyarakat umum lainnya.

Penemuan baru yang diwacanakan sebagai "Trias Anies" menyimpulkan bahwa pajanan medan elektromagnetik yang berasal dari SUTET 500 KV beresiko menimbulkan gangguan kesehatan pada penduduk, yaitu sekumpulan gejala hipersensitivitas yang dikenal dengan *electrical sensitivity*, yaitu berupa keluhan sakit kepala (*headache*), pening

(*dizziness*), dan kelelahan menahun (*chronic fatigue syndrome*).

Lebih jauh menurut Anies (2006), Radiasi elektromagnetik merupakan faktor lingkungan fisik yang perlu dicermati. Karena itu, gangguan kesehatan bukan hanya berupa penyakit. Berbagai keluhan atau gejala fisik yang dialami oleh seseorang, merupakan bentuk gangguan kesehatan. Bahkan berbagai fenomena yang menyebabkan seseorang merasa tidak aman dan kurang nyaman, bahkan merasa cemas, pada hakikatnya tidak dalam kondisi sehat atau mengalami gangguan kesehatan.

### 3. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat ditarik suatu simpulan bahwa pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik terhadap kesehatan manusia masih banyak menimbulkan perdebatan dan masih diperlukan penelitian lebih lanjut.

### 4. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Akhadi, M., 2000, Dasar-Dasar Proteksi Radiasi, Jakarta: PT Bineka Cipta.
- [2]. Anies. 2006, SUTET, Potensi Gangguan Kesehatan Akibat Radiasi Elektromagnetik SUTET. Jakarta, PT. Elex Media Komputindo.
- [3]. Anies. 2005, Gangguan Kesehatan akibat Radiasi Elektromagnetik. FK Universitas Diponegoro, <http://www.kompas.co.id/>, diakses 4 Juli 2006
- [4]. Fischetti, M.,1993. The Cellular Phone Scare, IEEE Spectrum. Juni 1993, hal.43
- [5]. Kobb. B.Z.,1993. Personal wireless, IEEE Spectrum. Juni 1993.
- [6]. PT. PLN., 2006. Pembangunan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 kV Menjamin Keberlangsungan & Keandalan Pasokan Listrik, <http://www.pln.co.id/>, diakses 4 Juli 2006.
- [7]. Shen, L. C., 1996. Aplikasi Elektromagnetik. Jilid 1 Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta.
- [8]. UKDWN Net Club/Unit Kegiatan Mahasiswa UKDW, 2005. Radiasi Ponsel, Kotroversi Tiada Henti. Jumat, 01 April 05- by :[admin](#)
- [9]. Wardhana. W. A., 2000. Energi Via Satelit Sebuah Gagasan Untuk ABAD 21, Majalah Energi Edisi No.7, Yogyakarta.