

## GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK (GEM) TELEPON SELULER DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN

Yoseph Rasiman<sup>1</sup>, Y. Ketty T.<sup>2</sup>, Rahmayanti Ike<sup>3</sup>,

Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta  
<sup>1,2,3</sup> rasiman@unsurya.ac.id

**Abstrak**— Gelombang electromagnet adalah gelombang yang terbentuk oleh komponen gelombang elektrik, dan gelombang magnet. Sumbernya bisa berasal dari alam dengan berbagai fenomenanya, maupun peralatan system (elektronika) hasil rekayasa manusia. Gelombang elektromagnetik dapat merambat dari sumber energi gelombang elektromagnetik secara omnidirectional, maupun directional, dengan arah perambatan yang lurus, belok, ataupun bias, tergantung jenis perangkat dan media yang digunakan. Tingkat radiasi gelombang elektromagnetik dari berbagai sumber berubah secara signifikan sejalan dengan perkembangan teknologi dan dampaknya terhadap kesehatan manusia. Praduga ini dibenarkan oleh para ahli/peneliti di laboratorium khususnya di bidang telekomunikasi, maupun di bidang kesehatan. Namun tidak sedikit pula bantahan-bantahan dari beberapa pihak yang menyangkal.

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

### 1. PENDAHULUAN

Proses terbentuknya gelombang elektro magnetik pertama kali dikemukakan oleh James Clerk Maxwell, pada 1862-1864, yang mengembangkan teori yang menghubungkan medan listrik dengan medan magnet. Ia berpendapat bahwa perubahan medan listrik akan menyebabkan perubahan medan magnet, dan sebaliknya, sehingga dinamikanya akan membentuk suatu gelombang. Dari percobaan tersebut, kemudian dibuktikan oleh Heinrich Hertz 25 tahun setelahnya. Hertz menemukan bahwa gelombang di luar rentang sinar infra merah disebut gelombang mikro dan radio. Dari percobaan yang dilakukan oleh Hertz, akhirnya teori Maxwell terbukti, bahwa gelombang temuan Maxwell dinamakan gelombang elektro magnetik (GEM). Ada beberapa teori Maxwell yang diperdebatkan karena kekurangannya, seperti yang ia nyatakan bahwa “*kecepatan cahaya pada medium tertentu adalah konstan*”.

Padahal, kecepatan cahaya itu berbeda-beda tergantung medianya. Akhirnya, pada tahun 1905, Albert Einstein menemukan konsep relativitas yang menyempurnakan konsep gelombang elektromagnetik menurut Maxwell.

*Timeline* singkatnya adalah sebagai berikut:



Sebelum Maxwell mengemukakan hasil temuannya, sudah ada sederet eks perimen yang juga meneliti tentang gelombang elektromagnetik. Lantas, seperti apa dalam perkembangan teori gelombang ini dari masa ke masa?

## 2. METODE PENELITIAN

Sebelum abad ke-19, kebanyakan orang hanya mengetahui cahaya tampak. Kemudian pada tahun 1800, seorang astronom Inggris yang lahir di Jerman, William Herschel menyatakan ada sinar lain di luar cahaya tampak. Fakta ini ia sampaikan usai bereksperimen dengan memfraksikan berkas sinar matahari menggunakan sebuah kaca berbentuk prisma. Dari percobaan tersebut, terlihat cahaya tak tampak di luar warna merah yang menyebabkan suhu termometer menjadi tinggi. Cahaya ini kemudian dinamakan sinar inframerah atau infrared. Setahun kemudian, seorang fisikawan Jerman bernama Johann Wilhelm Ritter melakukan eksperimen serupa. Dia menemukan berkas sinar tak tampak dekat warna ungu yang menyebabkan pelat perak klorida ( $\text{AgCl}$ ) menghitam. Cahaya ini kemudian disebut ultraviolet. Setelah melalui proses panjang dengan berbagai penelitian oleh para ahli, akhirnya diketahui bahwa ada cahaya di luar cahaya tampak. Jenis<sup>2</sup> cahaya itu termasuk dalam kategori cahaya tak tampak atau disebut juga dengan istilah gelombang elektro magnetik. Beberapa tahun setelahnya, diawali dengan penemuan sinar alfa ( $\alpha$ ) dan beta ( $\beta$ ) oleh Rutherford, seorang ahli fisika dan ahli kimia asal Perancis, Paul Ulrich Villard menemukan berkas sinar ketiga dari percobaan Rutherford. Sinar tersebut bersifat netral dan memiliki energi yang lebih besar dari sinar-X, dan sinar ini disebut dengan istilah sinar gamma ( $\gamma$ ). Dari beberapa eksperimen selanjutnya ditemukan bahwa sumber gelombang elektromagnetik adalah karena adanya inti atom yang tidak stabil sehingga menghasilkan radiasi alpha, beta, dan gamma. Ada dua jenis radiasi. Jenis

pertama adalah radiasi dari partikel alpha dan beta yang berasal dari material radioaktif; dan jenis ke-dua adalah radiasi gelombang elektromagnetik.

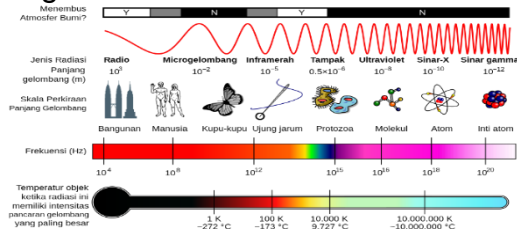
### 2.1. Sinar Gamma

Sinar gamma adalah salah satu jenis gelombang yang banyak dimanfaatkan di berbagai bidang termasuk bidang kesehatan. Dikutip dari Space, sinar gamma merupakan gelombang elektro magnetik yang paling kuat diantara gelombang elektromagnetik lainnya. Sinar gamma mempunyai frekuensi yang besar, atau panjang gelombang yang kurang dari 100 pikometer ( $\leq 100 \text{ pm}$ ) ( $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ meter}$ ). Sinar gamma dihasilkan dari peluruhan radioaktif. Sinar gamma memiliki daya tembus yang sangat kuat. Ini karena sinar gamma mengandung paket energi tanpa bobot (foton). Sinar gamma mempunyai banyak fungsi. Salah satunya adalah yang digunakan dalam bidang kesehatan. Berikut ini beberapa fungsi sinar gamma:

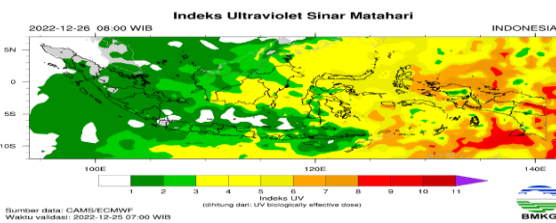
- Prosedur bedah otak dan saraf.
- Pengobatan kanker.
- Sterilisasi alat medis.
- Membuat radio isotop.
- Pengukuran ketebalan.
- Pengeceka kebocoran pipa bawah tanah.

Sinar gamma memiliki efek samping terhadap tubuh manusia yang terkena radiasi. Mulai dari pusing-pusing, mual, dan rambut rontok. Bahkan, efek radiasi sinar gamma ini bisa merusak sel, dan juga dapat menyebabkan kanker, seperti misalnya kanker kulit dan tulang. Secara umum, terdapat dua jenis gelombang elektromagnetik, yaitu gelombang elektro magnetik dengan tingkat radiasi non-ionisasi dan gelombang elektromagnetik dengan tingkat radiasi terionisasi. Gelombang elektro magnetik dengan

## tingkat radiasi non-ionisasi dapat



ditemukan pada ponsel, wifi, dsb, sementara gelombang elektro magnetik dengan tingkat radiasi terionisasi dapat ditemukan pada sinar rontgen (X-ray), sinar ultraviolet, sinar gamma, dsb. spektrum gelombang elektromagnetik dibagi menjadi beberapa daerah, seperti nampak pada gambar berikut:



### 2.2. Sinar Ultraviolet (UV)

Secara umum pita gelombang cahaya matahari dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu sinar ultraviolet (UV) dengan panjang gelombang 100 - 400 nm; Cahaya tampak dengan panjang gelombang ( $\lambda$ ) 400 -700 nm; Dan sinar infra-merah (IR) dengan panjang gelombang 700 nm - 1 mm. (1nm =10<sup>-9</sup> meter). Sinar ultraviolet berada pada range panjang gelombang 100 - 400 nm. Namun dapat dibagi lagi menjadi UV A, UV B dan UV C, dengan rincian:

- UV A = 315 - 400 nm
- UV B = 280 - 325 nm
- UV C = 100 - 280 nm

Pada saat memasuki atmosfer, hampir seluruh UV C akan tertahan oleh lapisan ozon dan 90 % UV B akan diserap oleh lapisan ozon, termasuk uap air dan gas lain yang ada di atmosfer. UV A sebagian besar akan dapat mencapai permukaan

bumi.

Dari total sinar ultraviolet yang sampai ke permukaan bumi adalah UV A (90-99%) dan UV B (<10%). Secara umum banyaknya sinar Ultraviolet (UV) yang mencapai bumi akan dipengaruhi oleh beberapa faktor:

- Sudut datang sinar matahari, semakin tegak lurus semakin banyak mengan dung sinar ultraviolet.
- Posisi lintang (Utara/Selatan), semakin ke kutub sinar ultraviolet akan semakin kecil.
- Tebalnya awan, semakin banyak awan sinar ultraviolet yang sampai ke bumi akan semakin kecil.
- Ketinggian, semakin tinggi suatu tempat maka sinar ultraviolet yang diterima akan semakin besar.
- Semakin banyak lapisan ozon di lapisan atmosfer semakin baik menyaring sinar ultraviolet.
- Jenis/type permukaan bumi. Semakin dapat memantulkan cahaya, maka semakin sedikit sinar ultraviolet yang ada di permukaan bumi.

### 2.3. Indeks Ultraviolet (UV Index)

Indeks UV adalah angka tanpa satuan untuk menjelaskan tingkat/kadar radiasi sinar ultraviolet yang berkaitan dengan kesehatan manusia. Dengan mengetahui UV index kita bisa memantau tingkat (kadar) sinar ultraviolet yang bermanfaat atau yang membahayakan. Setiap skala UV Indeks setara dengan 0.025 Wm<sup>2</sup> tingkat radiasi sinar ultraviolet. Skala tersebut diperoleh berdasarkan fluks spektral radiasi UV dengan fungsi yang sesuai dengan efek fotobiologis pada kulit manusia, yang terintegrasi antara 250 dan 400 nm.

### 2.4. Sinar Infra merah

Sinar inframerah seperti juga sinar

ultraviolet merupakan jenis cahaya tak tampak. Sinar ultraviolet merupakan bagian dari gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang antara 100-400 nm. Radiasi sinar matahari yang menjangkau permukaan bumi mempunyai panjang gelombang antara 100 nm -1 mm. Badan Meteorologi Dunia (World Meteorological Organisation/WMO) menyatakan bahwa kekurangan sinar matahari akan memengaruhi *mood* kita dan kecenderungan akan kekurangan vitamin D. Berikut gambar tentang index sinar ultraviolet kesehatan. Berikut gambar tentang index sinar ultraviolet:

Warna Skala	UV-index	Kategori	Imbauan
Hijau	0-2	"Low" (risiko bahaya rendah)	tingkat bahaya rendah bagi orang banyak. kenakan kacamata hitam pada hari yang cerah. gunakan cairan pelembab tabir surya SPF 30+ bagi kulit sensitif. permukaan yang cerah, seperti pasir, air, dan salju, akan meningkatkan paparan UV.
Kuning	3-5	"Moderate" (risiko bahaya sedang)	tingkat bahaya sedang bagi orang yang terpapar matahari tanpa pelindung tetap di tempat teduh pada saat matahari terik siang hari. kenakan pakaian pelindung matahari, topi lebar, dan kacamata hitam yang menghalangi sinar UV, pada saat berada di luar ruangan. oleskan cairan pelembab tabir surya SPF 30+ setiap 2 jam bahkan pada hari berawan, setelah berenang atau berkeringat. permukaan yang cerah, seperti pasir, air, dan salju, akan meningkatkan paparan UV.
Oranye	6-7	"High" (risiko bahaya tinggi)	tingkat bahaya tinggi bagi orang yang terpapar matahari tanpa pelindung, diperlukan pelindung untuk menghindari kerusakan mata dan kulit. kurangi waktu di bawah paparan matahari antara pukul 10 pagi hingga pukul 4 sore. tetap di tempat teduh pada saat matahari terik siang hari. kenakan pakaian pelindung matahari, topi lebar, dan kacamata hitam yang menghalangi sinar UV, pada saat berada di luar ruangan. oleskan cairan pelembab tabir surya SPF 30+ setiap 2 jam bahkan pada hari berawan, setelah berenang atau berkeringat. permukaan yang cerah, seperti pasir, air, dan salju, akan meningkatkan paparan UV.
Merah	8-10	"Very high" (risiko bahaya sangat tinggi)	tingkat bahaya tinggi bagi orang yang terpapar matahari tanpa pelindung, diperlukan tindakan pencegahan ekstra karena kulit dan mata dapat rusak rusak dan terbakar dengan cepat. hindari paparan matahari antara pukul 10 pagi hingga pukul 4 sore. tetap di tempat teduh pada saat matahari terik siang hari. kenakan pakaian pelindung matahari, topi lebar, dan kacamata hitam yang menghalangi sinar UV, pada saat berada di luar ruangan. oleskan cairan pelembab tabir surya SPF 30+ setiap 2 jam bahkan pada hari berawan, setelah berenang atau berkeringat. permukaan yang cerah, seperti pasir, air, dan salju, akan meningkatkan paparan UV.
Ungu	>11	"Extreme" (risiko bahaya sangat ekstrem)	tingkat bahaya ekstrem bagi orang yang terpapar matahari tanpa pelindung, diperlukan semua tindakan pencegahan karena kulit dan mata dapat rusak rusak dalam hitungan menit. hindari paparan matahari antara pukul 10 pagi hingga pukul 4 sore. tetap di tempat teduh pada saat matahari terik siang hari. kenakan pakaian pelindung matahari, topi lebar, dan kacamata hitam yang menghalangi sinar UV, pada saat berada di luar ruangan. oleskan cairan pelembab tabir surya SPF 30+ setiap 2 jam bahkan pada hari berawan, setelah berenang atau berkeringat. permukaan yang cerah, seperti pasir, air, dan salju, akan meningkatkan paparan UV.

Ada spektrum gelombang dengan frekuensi rendah (60 atau 50 Hz) terdapat medan elektromagnetik yang dibangkit

kan oleh sumber daya listrik dari 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) yang membawa informasi tertentu dari radio AM, FM atau siaran televisi, dan siaran radio lainnya. Peralatan sistem komunikasi radio yang sering digunakan akan sering meradiasi dan membocorkan gelombang elektromagnetik. Energi gelombang elektromagnetik yang sangat tinggi, seperti sinar gamma atau sinar-x, disebut juga radiasi terionisasi karena mereka mengionisasi atom pada jalur yang dilalui. Radiasi gelombang terionisasi dalam jumlah besar diketahui dapat menyebabkan berbagai penyakit dan bahkan bisa menyebabkan kematian. Dampak gelombang elektro magnetik RF non-ionisasi belum diketahui dengan pasti sampai saat ini, walaupun telah dilakukan beberapa penelitian. Belum juga di temukan bukti dampak radiasi gelombang elektromagnetik frekuensi rendah. Sumber gelombang elektromagnetik ada dimana-mana, seperti yang disediakan oleh alam dengan berbagai fenomenanya. Ada juga sumber gelombang elektromagnetik hasil rekayasa manusia, seperti nuklir, sistem antena radio telekomunikasi, ponsel, dan banyak lagi. Tubuh manusia dapat terpapar oleh berbagai radiasi gelombang elektro magnetic yang kompleks, dengan tingkat radiasi yang bervariasi sejalan dengan perkembangan teknologi. Suatu riset menemukan bahwa radiasi gelombang elektro magnetik dari wifi dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan, seperti perubahan endokrin, kerusakan DNA, kelebihan kadar kalsium, kerusakan pada testis atau sperma, dan sebagainya. Headphone Bluetooth juga mengeluarkan radiasi gelombang elektro magnetik yang disebut sebagai radiasi frekuensi radio

(RFR). RFR dengan kadar yang tinggi dapat memicu kanker atau yang bersifat karsinogenik.

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pokok bahasan dalam tulisan ini dibatasi pada gelombang elektro magnetik, khususnya radiasi ponsel. Radiasi gelombang elektromagnetik dari telepon seluler, telepon seluler (ponsel) mentransmisikan/menerima sinyal dari/substasiun (base station) yang letaknya tidak jauh dari ponsel. Substasiun yang menerima sinyal paling jernih dari ponsel memberikan pesan ke jaringan telepon local (Jaringan Personal Communication Services/PCS). PCS menyediakan komunikasi suara/data untuk menjangkau daerah yang luas, dengan pita frekuensi 800--3000 MHz di alokasikan untuk peralatan komunikasi ini (Kobb,1993). Karena ponsel harus berhubungan dengan substasiun (base station), maka daya pancar dari base station harus cukup kuat agar sinyalnya bagus. Base station ini memancarkan sinyal dengan daya rata-rata sekitar 0,1-1,0 W. Kerapatan daya puncak dari antena ponsel ini mendekati  $4,8 \text{ W/m}^2$  atau  $0,48 \text{ mW/cm}^2$  (IEEE C 95.1-1991). Para ahli mengungkapkan radiasi yang ditimbulkan ponsel tidak seratus persen menyebabkan gangguan kesehatan manusia. Namun kita tidak bisa mengabaikan permasalahan ini, Sehingga salah satu negara yang memiliki jumlah pengguna ponsel terbanyak dunia sangat ketat dalam menetapkan aturan ambang batas toleransi radiasi ponsel. Pengukuran kadar radiasi sebuah ponsel umumnya disebut dengan *specific absorption rate* (SAR). Energi radio frekuensi (RF) yang diserap oleh jaringan tubuh pengguna ponsel bisa dinyatakan sebagai units of watts perkilogram (W/kg). Batas SAR

yang ditetapkan oleh ICNIRP adalah  $2.0 \text{ W/kg}$  (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  $1.6 \text{ W/kg}$ . Berdasarkan hasil penelitian oleh para ahli sesungguhnya setiap ponsel memiliki spesifikasi ukuran besarnya energi gelombang elektromagnetik yang dapat menembus ke dalam tubuh seseorang, dan hal tersebut tergantung pada seberapa dekat ponsel dengan kepala. Kurang lebih ada 60 persen dari radiasi gelombang yang diserap dan menembus bagian tubuh sekitar kepala.

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), dampak gelombang elektromagnetik tegangan tinggi atau ponsel tidak berbahaya asal daya pancarnya 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. Hasilnya menunjukkan penggunaan ponsel tidak meningkatkan risiko kanker otak. Lebih jauh menurut Anies (2006), Radiasi gelombang elektromagnetik merupakan faktor yang perlu dicermati. Karena gangguan kesehatan bukan hanya berupa penyakit. Berbagai keluhan atau gejala fisik yang dialami oleh seseorang, juga merupakan bentuk gangguan kesehatan. Bahkan berbagai fenomena yang menyebabkan seseorang merasa tidak aman, atau kurang nyaman, bahkan merasa cemas, pada hakikatnya merupakan kondisi yang tidak sehat. Benarkah radiasi gelombang elektromagnetik seperti Ponsel dapat menimbulkan penyakit? Walaupun ponsel memancarkan gelombang elektro

magnetik non-ionisasi dalam bentuk gelombang radio. Namun banyak pihak tetap mengkhawatirkan karena durasi waktu pemakaiannya kian lama dan kian meningkat. Selain durasi waktu, ada beberapa hal yang mempengaruhi kemungkinan paparan radiasi tersebut. Mulai dari jarak ponsel ke pengguna, teknologi yang dipakai, hingga jarak pengguna ke base station. Beberapa penelitian pernah dilakukan untuk mengetahui seberapa besar bahaya radiasi ponsel bagi kehidupan manusia pada umumnya. Berikut adalah hasil penelitiannya:

**3.1. Kanker.** Sebagaimana disebut sebelumnya, radiasi gelombang elektromagnetik dari ponsel dianggap berpotensi menyebabkan kanker. Pernyataan ini juga merupakan hasil dari sebuah riset. Namun untuk mengkonfirmasi masih diperlukan penelitian lebih lanjut. Kesehatan secara umum. Beberapa ilmuwan menemukan bahwa radiasi gelombang elektromagnetik dari ponsel dianggap memiliki efek terhadap aktivitas otak, waktu reaksi, dan pola tidur penggunaannya. Hanya saja, efek ini terhitung kecil.

**3.2. Dampak Lain dari ponsel.** Kinerja sejumlah perangkat medis dapat terpengaruh oleh penggunaan ponsel, terutama jika jaraknya terlalu dekat. Misalnya, alat pacu jantung, implan defibrillator, dan alat bantu dengar. Tapi teknologi ponsel yang kian maju dikatakan dapat mengurangi efek ini. Radiasi ponsel juga dapat mengganggu sinyal penerbangan. Inilah kenapa ponsel umumnya dilarang digunakan di pesawat yang sedang mengudara. Beberapa penelitian lain menunjukkan indikasi meningkatnya kecelakaan lalu lintas ketika ponsel digunakan saat mengemudi.

Risiko kecelakaan dapat bertambah hingga 3-4 kali lipat. Peningkatan tersebut juga dapat terjadi bahkan ketika pengguna ponsel memakai *handsfree*. Upaya untuk dapat mengurangi dampak radiasi gelombang elektromagnetik khususnya radiasi ponsel. Benda-benda elektronik seperti ponsel masih memiliki kadar atau tingkat radiasi gelombang elektromagnetik yang rendah. Namun kita tidak boleh mengabaikan radiasi ponsel mengingat durasi waktu penggunaan yang kian meningkat dan jaraknya yang terlalu dekat dengan bagian tubuh kita, seperti kepala.

Anda dapat meminimalisir dampak adanya radiasi pada ponsel dengan cara:

- Menaruh ponsel di tempat yang aman ketika tidak digunakan,
- Menggunakan *speaker* atau *ear phone* yang masih menggunakan kabel,
- Hindari meletakkan ponsel di kantong celana atau baju,
- Jangan meletakkan ponsel di bawah bantal ketika tidur.
- Hindari radiasi gelombang elektromagnetik tingkat tinggi, seperti terlalu seringnya menjalani pemeriksaan rontgen (X-ray), dan berjemur di bawah matahari dalam jangka waktu yang lama.

#### 4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

- Berdasarkan hasil pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik terhadap kesehatan manusia masih banyak menimbulkan perdebatan dan masih diperlukan penelitian lebih lanjut.
- Namun kita tetap harus waspada mengingat durasi waktu penggunaan

ponsel yang kian lama dan terlalu dekat dengan bagian tubuh khususnya kepala.

## 5. REFERRENSI

[1]Akhadi, M., 2000, Dasar-Dasar Proteksi Radiasi, Jakarta: PT Bineka Cipta.

[2]Anies. 2006, SUTET, Potensi Gangguan Kesehatan Akibat Radiasi Elektro magnetik 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)500kV Menjamin Keberlangsungan & Keandalan Pasokan Listrik, <http://www.pln.co.id/>, 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