

Analisis Jarak Aman Terhadap Radiasi Elektromagnetik *Handphone* Saat Tidur

Analysis of Safe Distance On Mobile Electromagnetic Radiation While Sleeping

^{1*}Widya Nugraheni Widiningrum, ²Mahardika Prasetya Aji, ³Budi Astuti

^{1,2,3}Pendidikan Fisika Pascasarjana, Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang, Indonesia

Email: widyanugraheni@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Handphone memancarkan radiasi elektromagnetik, yang pada level tertentu dapat membahayakan kesehatan tubuh manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar radiasi elektromagnetik berupa medan magnet dan *radio frequency* yang dipancarkan oleh *handphone* terhadap jarak aman manusia saat tidur. Penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* dan mengukurnya dengan aplikasi pada *handphone*. Medan magnet yang dipancarkan oleh *handphone* diukur dengan magnetometer aplikasi "Phypox", sedangkan *radio frequency* menggunakan aplikasi "Quanta Monitor" untuk mengukur nilai *Specific Absorption Rate* (SAR). Besarnya medan magnet yang dihasilkan oleh *handphone* memiliki hubungan yang berbanding terbalik terhadap jarak. Semakin dekat jarak pengukuran, maka semakin besar medan magnet yang dihasilkan. Besarnya *radio frequency* pada tingkat SAR yang dihasilkan oleh *handphone* memiliki hubungan yang berbanding terbalik terhadap jarak. Semakin dekat jarak pengukuran, maka semakin besar nilai SAR yang dihasilkan. Besar medan magnet yang dihasilkan *handphone* sumber masih terpaut jauh oleh nilai ambang batas paparan radiasi medan magnet rekomendasi WHO dan hasil pengukuran SAR yang dihasilkan ponsel relatif kecil dan dibawah batas aman yang ditetapkan oleh IEEE dan FCC, sehingga apabila mengikuti standar WHO, IEEE dan FCC maka semua *handphone* objek penelitian memiliki jarak aman 0 cm dari manusia saat tidur.

Kata Kunci: Radiasi elektromagnetik; Medan magnet; *Handphone*; Jarak aman; RF

ABSTRACT

Mobile phones radiate electromagnetic radiation at certain levels can harm the health of the human body. This study aims to determine the amount of electromagnetic radiation from the magnetic field and radio frequency radiated by mobile phones to the safe distance of humans while sleeping. This study uses a purposive sampling technique and measures with an application on a mobile phone. The magnetic field emitted by mobile phones is measured with the "Phypox" application magnetometer, while the radio frequency uses the "Quanta Monitor" application to measure SAR values. The magnitude of the mobile phone's magnetic field is inverse to the measuring distance. The closer the measurement distance, the greater the magnetic field. The amount of radio frequency at the SAR level of the mobile phone has an inverse relationship to measuring distance. The closer the measurement distance, the greater the resulting SAR value. The magnitude of the magnetic field generated by the source mobile phones are still far from the WHO-recommended magnetic field radiation exposure threshold value, the SAR results measurement generated by the mobile phone is relatively small and below the safe limits set by the IEEE and FCC, so if it follows WHO, IEEE and FCC standards then All research mobile phone objects have a safe distance of 0 cm from humans while sleeping.

Keyword: Electromagnetic radiation; Field Magnets; cell phone; safe distance; RF

PENDAHULUAN

Berdasarkan statistik *Global Attitudes Survey* 2018, Negara Indonesia menempati

peringkat ke-25 berdasarkan penggunaan *handphone* di dunia (Taylor & Silver, 2019). Komunikasi melalui *handphone*, menggunakan gelombang radio yaitu melalui media transmisi

udara yang mengandung energi medan elektromagnetik. Energi ini menimbulkan radiasi gelombang elektromagnetik, yang pada level tertentu dapat membahayakan kesehatan tubuh manusia (Hutauruk, 2011). Radiasi gelombang elektromagnetik *handphone* berpotensi menyebabkan gangguan pada berbagai organ tubuh, antara lain terhadap sistem saraf, sistem reproduksi, sistem darah, sistem kardiovaskular, sistem indera dan kejiwaan (Swamardika, 2009).

Handphone dapat menghasilkan radiasi elektromagnetik berupa medan magnet dan *radio frequency*. *World Health Organization* (WHO) merekomendasikan bahwa nilai ambang batas paparan medan magnet rata-rata adalah 0.5 mT (“WHO | *Electromagnetic Fields and Public Health*,” 2016). Pengukuran kadar radiasi sebuah *handphone* umumnya disebut dengan *Specific Absorption Rate* (SAR). Radiasi yang ditimbulkan oleh *handphone* salah satunya adalah *radio frequency* (RF). SAR digunakan untuk mengukur energi *radio frequency* yang diserap oleh jaringan tubuh pengguna *handphone* dan dinyatakan sebagai *units of watts per kilogram* (W/kg) (FCC, 2019). Batas SAR yang ditetapkan oleh *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) adalah 2,0 W/kg (*watts per kilogram*). IEEE juga menetapkan sebuah standar baru yang digunakan oleh negara Amerika dan negara lain termasuk Indonesia menggunakan batas 1,6 W/kg (Swamardika, 2009).

Hasil penelitian Abdullah (2013), menyatakan bahwa pola intensitas radiasi medan magnet pada beberapa merk *smartphone* menunjukkan bahwa terdapat empat dari 12 sampel *smartphone*, memiliki intensitas radiasi medan magnet yang akan semakin kecil nilainya jika semakin jauh dari sumber dan pada kondisi *stand by* dihasilkan 0,106 μ T. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat delapan *smartphone* yang berbahaya karena pemaparan medan magnet yang cukup tinggi. Penelitian tersebut diperkuat

oleh Hutauruk (2011) bahwa masih terdapat *handphone* yang dijual memiliki nilai SAR yang melebihi batas ambang yang ditetapkan oleh ICNIRP sehingga penggunaannya akan memiliki resiko terhadap tubuh secara fisiologis dan psikologis. Hal tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat *handphone* yang beredar secara luas tetapi tidak sesuai dengan batas ambang medan magnet yaitu WHO maupun nilai SAR untuk mengukur *radio frequency* yaitu ICNIRP. Penggunaan *handphone* yang tidak sesuai dengan aturan, akan memiliki resiko terhadap kesehatan, salah satunya otak manusia. Otak manusia cenderung sensitif terhadap paparan akut gelombang elektromagnetik *handphone* (Merhi, 2012). Oleh karena itu, penting untuk menciptakan jarak yang aman untuk mengurangi paparan yaitu dengan meletakkan *handphone* jauh dari tubuh.

Salah satu kondisi yang sering terjadi adalah ketika sebelum tidur, manusia cenderung memainkan *handphone*, kemudian tertidur sehingga *handphone* tidak diletakkan dengan kategori jarak aman dan berada dekat dengan area tubuh. Meletakkan *smartphone* di bawah bantal saat tidur juga meningkatkan resiko tumor otak, karena radiasi medan elektromagnetik pada *smartphone* menjadi penyebab utamanya (Krishnan, 2020). *The All India Institute of Medical Sciences* (AIIMS) mengatakan bahwa, orang-orang yang berada di dekat *smartphone* lebih dari 45 menit perhari akan mengalami risiko penyakit tumor otak (Chia et al., 2008). Adanya pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik *handphone* terhadap gelombang otak pada sampel pria dan wanita sehat usia 17-23 tahun dalam jangka waktu pendek yang menyebabkan kepala pusing, telinga panas dan letih selama dan sesudah melakukan panggilan dengan menggunakan *handphone* (Pratomo et al., 2011). Berdasarkan paparan di atas, maka dilakukan penelitian untuk mengukur jarak aman manusia pada saat tidur terhadap radiasi elektromagnetik *handphone*.

Berdasarkan uraian di atas tujuan dalam penelitian ini adalah: (1) Mengetahui hubungan antara jarak manusia saat tidur terhadap medan magnetik *handphone*, (2) Mengetahui hubungan antara jarak manusia saat tidur terhadap *radio frequency handphone*, (3) Mengetahui jarak aman manusia saat tidur terhadap radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh beberapa tipe *handphone*.

METODE PENELITIAN

Tempat yang digunakan yaitu ruang yang memiliki kriteria tertentu (peralatan logam dan peralatan elektronik yang menyala dibatasi) selama pengambilan data. Data yang diambil berupa medan magnet dan *radio frequency* di sekitar *handphone* saat kondisi *stand by*. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* pada *handphone* dengan merk yang sama (Apple), tetapi tipe atau jenisnya berbeda (Tipe A, Tipe B, dan Tipe C) sebagai *handphone* sumber yang memiliki spesifikasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi *Handphone*

Spesifikasi	Tipe A	Tipe B	Tipe C
Battery	1560 mAh Non-removable (5,92 Wh)	1810 mAh Non-removable (6,9 Wh)	2716 mAh Non-removable (10,35 Wh)
WLAN	Wi-Fi 802,11 a/b/g/n	Wi-Fi 802,11 a/b/g/n/ac	Wi-Fi 802,11 a/b/g/n/ac
Display	IPS LCD	IPS LCD	Super Retina OLED
Resolusi	640x1136 pixels	750x1334 pixels	1125x2436 pixels

Medan magnet dan *radio frequency* diukur pada titik yang telah ditentukan yaitu sisi atas, bawah, kanan dan kiri *handphone*, sedangkan jarak yang digunakan masing-masing 0 cm, 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120, cm dan 150 cm.

Handphone sumber yang digunakan disetting menggunakan jaringan wi-fi yang sama, selama 30 menit dan pada malam hari. Medan magnet diukur menggunakan aplikasi Phypox yang di dalamnya mendukung magnetometer. Pada saat pengukuran medan magnet, tidak mengubah letak sumber radiasi *handphone* karena dapat menghasilkan medan magnet yang berbeda. *Radio frequency* diukur menggunakan aplikasi Quanta Monitor. Aplikasi ini digunakan untuk mengukur nilai SAR. *Handphone* yang digunakan sebagai alat ukur adalah Android tipe Xiaomi Redmi Note 5. Selain itu, alat yang digunakan adalah *stopwatch* dan *rolmeter*.

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah variabel bebas yaitu jarak pengukuran, variabel terikat yaitu medan magnet, nilai SAR, dan variabel kontrol yaitu waktu pengukuran.

Langkah penelitian pertama yaitu (1) mempersiapkan *handphone* yang telah terinstall aplikasi Phypox, (2) mematikan seluruh alat elektronik termasuk lampu dan menutupi logam dengan kain (3) mengukur jarak antara *handphone* sumber dan *handphone* pengukuran sejauh 0 cm dari sisi atas, (4) memulai pengukuran medan magnet dengan mengklik tombol play pada aplikasi Phypox, (5) mencatat hasil pengukuran setiap satu menit hingga 30 menit pengukuran, (6) membuat rata-rata dari hasil pengukuran, (7) mengulangi langkah penelitian (3) hingga (6) dengan sisi bawah, kanan, kiri dan dengan jarak pengukuran 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm dan 150 cm. Langkah penelitian kedua sama dengan penelitian pertama, tetapi menggunakan aplikasi Quanta Monitor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Handphone yang digunakan dalam penelitian ini pada kondisi *stand by*. Pengukuran medan magnet dan *radio frequency* dilakukan di 4 titik yaitu sisi atas, bawah, kanan dan kiri *handphone*

menggunakan enam jarak pengukuran berbeda. Pemilihan jarak titik pengukuran yaitu berdasarkan Kumparan.com (2018) jarak aman manusia saat tidur terhadap radiasi *handphone* yaitu minimal 3 feet atau setara dengan 91,5 cm dan berdasarkan pengukuran medan magnet pada peralatan rumah tangga yang telah dilakukan oleh WHO yaitu 30 cm. Sehingga pada penelitian ini digunakan jarak yaitu 0 cm, 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm dan 150 cm.

Penelitian dilakukan selama waktu 30 menit dengan spektrum gelombang radio sebesar 3 Khz. s.d. 300 GHz, seperti yang dilakukan oleh penelitian (Fischetti, 1993) dengan rata-rata waktu selama 30 menit. Penelitian ini menggunakan jaringan wi-fi karena diperlukan sumber jaringan yang sama sehingga memiliki kestabilan jaringan yang sama.

Penelitian dilakukan pada malam hari di atas pukul 19.00. Penelitian dilakukan pada malam hari karena pemantulan radiasi elektromagnetik dapat terjadi secara maksimal untuk mengukur medan magnet dan *radio frequency handphone* saat manusia tidur.

1. Analisis Hubungan Jarak Aman Manusia Saat Tidur terhadap Medan Magnet Handphone

Pada penelitian menganalisis jarak terhadap medan magnet, posisi sumber radiasi (*handphone* sumber) adalah tetap. Hal ini dikarenakan perubahan letak sumber radiasi akan menghasilkan nilai medan magnet terukur yang berbeda. Hal ini sesuai dengan penelitian Abdullah *et al.*, (2018), untuk pengambilan data medan magnetik menggunakan metode loop tertutup, dengan artian satu siklus pengukuran diawali dan diakhiri pada tempat yang sama karena perbedaan tempat akan mengubah nilai suatu medan magnet. Data hasil eksperimen

jarak manusia saat tidur terhadap medan magnet *handphone* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Eksperimen Jarak Tubuh Saat Tidur terhadap Medan Magnetik *Handphone*

Jarak (cm)	Medan magnet (μT)		
	Tipe A	Tipe B	Tipe C
0	53,2	50,7	49,5
30	43,2	45,4	43,5
60	42,6	44,7	41,0
90	41,5	42,8	39,3
120	41,0	40,1	38,2
150	39,8	38,4	36,5

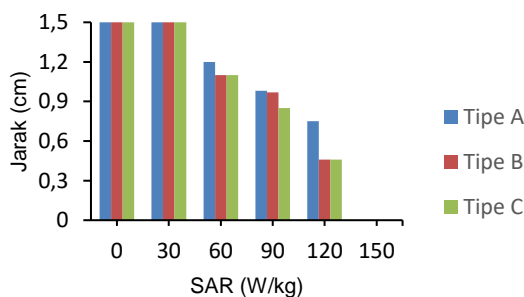
Berdasarkan Tabel 2, variasi jarak mempengaruhi medan magnet yang dihasilkan. Medan magnet mengalami penurunan ketika jarak antara *handphone* sumber dan alat ukur semakin jauh. Jarak paling dekat menghasilkan nilai medan magnet tertinggi, terlihat bahwa jarak pertama menghasilkan medan magnet yang lebih tinggi daripada jarak kedua, ketiga dan seterusnya. Semakin besar jarak antara *handphone* dan manusia maka akan semakin kecil medan magnet yang dihasilkan, serta semakin kecil jarak antara *handphone* dan manusia maka akan semakin besar medan magnet yang dihasilkan. Pengambilan data di sisi kanan *handphone* memiliki radiasi yang lebih besar daripada sisi atas, bawah dan kiri. Hal ini karena adanya IC PA di sisi kanan *handphone* yang berfungsi untuk menangkap sinyal. IC PA digunakan untuk menyegel lembaran besi untuk meningkatkan radiasi pada saat yang sama TX IC PA 900 MHz dan 1800 MHz digabungkan (KompuLab, 2008).

Melihat hasil percobaan, semakin jauh jarak yang diukur, maka diperoleh nilai medan magnet yang semakin kecil. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Athena dalam Suhatin & Prihandono (2007) bahwa medan magnet akan semakin melemah dengan bertambahnya jarak dan

Abdullah *et al.*, (2018) bahwa medan magnet yang dihasilkan oleh *handphone* memiliki hubungan yang berbanding terbalik terhadap jarak. Semakin dekat jarak pengukuran, maka semakin besar pula medan magnet yang dihasilkan.

2. Analisis Hubungan Jarak Aman Manusia Saat Tidur terhadap *Radio Frequency Handphone*

Analisis hubungan jarak terhadap *radio frequency handphone* dilakukan dengan mengukur nilai SAR yang merupakan suatu ukuran jumlah energi frekuensi radio yang diserap tubuh saat menggunakan *handphone* (FCC, 2019). Posisi sumber radiasi (*handphone* sumber) adalah tetap, sehingga yang diubah adalah *handphone* yang berisi alat ukur SAR aplikasi Quanta Monitor pada posisi sisi kanan, atas, bawah, kiri. Penelitian ini dilakukan selama waktu 30 menit untuk setiap percobaan dengan tiga buah variasi tipe *handphone*. Data hasil eksperimen jarak manusia saat tidur terhadap *radio frequency handphone* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hasil Eksperimen Jarak Manusia Saat Tidur terhadap *Radio Frequency Handphone*

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa variasi jarak mempengaruhi nilai SAR yang dihasilkan.

Nilai SAR mengalami penurunan ketika jarak antara *handphone* sumber dan alat ukur bertambah. Gambar 1 menunjukkan bahwa jarak 0 cm diperoleh nilai SAR yang sama dengan jarak 30 cm yaitu 1,50 W/kg. Hal ini dikarenakan *radio frequency* pada *handphone* diukur dengan posisi kanan, kiri, atas, dan bawah kemudian dihitung rata-ratanya sehingga diperoleh rata-rata yang sama pada jarak 0 dan 30 cm. Kemudian nilai SAR menurun pada jarak 60 cm dan seterusnya. Semakin besar jarak antara *handphone* dan manusia maka akan semakin kecil nilai SAR yang terukur, sedangkan semakin dekat jarak maka akan semakin besar nilai SAR yang terukur.

Melihat hasil percobaan, semakin jauh jarak yang diukur, maka diperoleh nilai SAR yang semakin kecil. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Hutaeruk (2012) bahwa semakin jauh jarak *handphone* dari kepala maka semakin kecil paparan radiasi yang diserap (SAR) oleh bagian kepala.

3. Jarak Aman Manusia Saat Tidur terhadap Radiasi Elektromagnetik

WHO merekomendasikan bahwa nilai ambang batas paparan medan magnet adalah 0,5 mT ("WHO | *Electromagnetic Fields and Public Health*," 2016). Pengukuran kadar radiasi sebuah *handphone* umumnya disebut dengan SAR. Radiasi yang dipancarkan oleh *handphone* salah satunya adalah *radio frequency*. Radiasi yang diserap oleh jaringan tubuh tersebut diukur menggunakan SAR dan dinyatakan sebagai *units of watts per kilogram (W/kg)* (FCC, 2019). Batas SAR yang ditetapkan oleh *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)* adalah 2,0 W/kg (watts per kilogram). Sementara itu, IEEE juga menetapkan sebuah standar baru yang digunakan oleh negara Amerika dan negara lain termasuk Indonesia menggunakan batas 1,6 W/kg (Swamardika, 2009).

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, nilai medan magnet tertinggi yang dihasilkan beberapa variasi tipe *handphone* sebagai objek penelitian masih di bawah batas aman yang ditetapkan oleh WHO, sehingga radiasi medan magnet yang dipancarkan *handphone* dalam penelitian ini masih dalam kategori aman. Meskipun masih berada pada batas aman tetapi tidak menutup kemungkinan terjadi efek samping dari paparan radiasi medan magnet pada tubuh pengguna, untuk itu perlu kajian lebih lanjut tentang paparan medan magnet dalam jangka waktu lama.

Hasil pengukuran nilai SAR tertinggi pada beberapa variasi *handphone* sebagai objek penelitian masih di bawah batas aman yang ditetapkan oleh FCC dan IEEE. Apabila mengukur jarak aman menggunakan standar batasan tersebut, maka *handphone* Tipe A, Tipe B dan Tipe C memiliki jarak aman 0 cm. Akan tetapi (Idayati, 2011) menyarankan radiasi yang benar-benar aman yaitu dibawah 1 W/Kg. Apabila mengukur jarak aman menggunakan standar batasan yang disarankan oleh Idayanti tersebut, maka *handphone* Tipe A, Tipe B dan Tipe C memiliki jarak aman yang sama yaitu 90 cm. Meskipun masih berada pada batas aman, tetapi tidak menutup kemungkinan terjadi efek samping dari akumulasi *radio frequency* pada tubuh pengguna. Untuk itu perlu kajian lebih lanjut tentang paparan *radio frequency* *handphone* dalam jangka waktu lama.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan di atas, dapat ditarik beberapa simpulan antara lain: (1) Besarnya medan magnet yang dihasilkan oleh *handphone* memiliki hubungan yang berbanding terbalik terhadap jarak. Semakin dekat jarak pengukuran, maka semakin besar medan magnet yang dihasilkan, (2) Besarnya *radio frequency* pada tingkat SAR yang dihasilkan oleh *handphone* memiliki hubungan yang berbanding

terbalik terhadap jarak. Semakin dekat jarak pengukuran, maka semakin besar SAR yang dihasilkan, (3) Besar medan magnet yang dihasilkan *handphone* sumber masih terpaut jauh oleh nilai ambang batas paparan radiasi medan magnet rekomendasi WHO dan hasil pengukuran SAR yang dihasilkan ponsel relatif kecil dan dibawah batas aman yang ditetapkan oleh IEEE dan FCC sehingga apabila mengikuti standar WHO, IEEE dan FCC maka semua *handphone* objek penelitian memiliki jarak aman 0 cm dari manusia saat tidur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, H. Y. (2013). *Analisis Intensitas Radiasi Medan Magnet High Frequency (HF) pada Handphone*. Universitas Jember.
- Abdullah, H. Y., Sudarti, & Harijanto, A. (2018). Analisis Intensitas Medan Magnet Pada Handphone Dalam Mode Panggilan Dan Stand By. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 3(2000).
- Chia, S. E., Chia, H. P., Tan, J. S., & Vlassov, V. (2008). Health hazards of mobile phones. *The Journal of the Association of Physicians of India*, 56(893–897), 1155. <https://doi.org/10.1136/bmj.321.7269.1155/a>
- FCC. (2019). *Specific Absorption Rate (SAR) for Cellular Telephones | Federal Communications Commission*. <https://www.fcc.gov/general/specific-absorption-rate-sar-cellular-telephones>
- Fischetti, M. (1993). The Cellular Phone Scare, IEEE spectrum. *IEEE Spectrum*, June, 43–47.
- Hutauruk, S. (2011). Kewaspadaan terhadap Paparan Radiasi Handphone bagi Manusia. *Jurnal Toksikologi & Kesehatan Lingkungan*, 72–80.

- Hutauruk, S. (2012). Karakteristik Paparan Radiasi Ponsel pada Organ Kepala Manusia. *Lembaga Penelitian Universitas HKBP Nommensen*, 17(2), 15. https://akademik.uhn.ac.id/portal/public_html/TEKNIK/ELEKTRO/Sindak_Hutauruk/Karakteristik_Paparan_Radiasi_Ponsel_Pada_Organ_Kepala_Manusia.pdf
- Idayati, R. (2011). Pengaruh Radiasi Handphone Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 11(2), 115–120.
- KompuLab, T. (2008). *Cara Pinter Betulin HaPe 15 Merek - Google Books*. Google Books. <https://books.google.co.id/books?id=FezzYi2PEV0C&printsec=frontcover&dq=Cara+Pinter+Betulin+HaPe+15+Merek&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjloNva3absAhXs4HMBHYpsA0wQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=Cara+Pinter+Betulin+HaPe+15+Merek&f=false>
- Krishnan, S. (2020). *6 Reasons Why You Need To Stop Using Your Phone At Night - Boldsky.com*. Boldsky.Com. <https://www.boldsky.com/health/wellness/reasons-why-you-need-to-stop-using-your-phone-at-night-in-bed-131718.html>
- Kumparan.com. (2018). *Berapa Jarak Aman Kita dengan Ponsel saat Tidur? - kumparan.com*. Tekno & Sains. <https://kumparan.com/lampu-edison/jarak-antara-kita-dan-ponsel-saat-tidur>
- Merhi, Z. O. (2012). Challenging cell phone impact on reproduction: A Review. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 29(4), 293–297. <https://doi.org/10.1007/s10815-012-9722-1>
- Pratomo, T. A. B., Rizal, A., & M, R. S. (2011). *Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Ponsel Terhadap Gelombang Otak Pada Sampel Pria Dan Wanita Sehat Usia 17-23*.
- Suhatin, D., & Prihandono, T. (2007). Analisis Intensitas Medan Magnet Elf (Extremely Low Frequency) Di Sekitar Peralatan Elektronik Dengan Daya ≥ 1000 W. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(2), 203–209.
- Swamardika, I. B. A. (2009). PENGARUH RADIASI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK TERHADAP KESEHATAN MANUSIA (Suatu Kajian Pustaka). *Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kesehatan Manusia*, 8(1), 1–4.
- Taylor, K., & Silver, L. (2019). Smartphone Ownership Is Growing Rapidly Around the World, but Not Always Equally. *Pew Research Center, February*, 47. <https://www.pewresearch.org/global/2019/02/05/smartphone-ownership-is-growing-rapidly-around-the-world-but-not-always-equally/>
- WHO | Electromagnetic fields and public health. (2016). WHO. <http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs299/en/>