SIMULASI PENGARUH JARAK DAN MATERIAL PENGHALANG TERHADAP NILAI *SPECIFIC ABSORPTION RATE* JARINGAN BIOLOGIS

REVANA DEVITASARI
NIM H1021221010

SKRIPSI

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

SIMULASI PENGARUH JARAK DAN MATERIAL PENGHALANG TERHADAP NILAI *SPECIFIC ABSORPTION RATE* JARINGAN BIOLOGIS

REVANA DEVITASARI
NIM H1021221010

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains pada Program Studi Fisika

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Simulasi Pengaruh Jarak dan Material Penghalang Terhadap Nilai *Specific Absorption Rate* Jaringan Biologis.
Nama Mahasiswa	: Revana Devitasari
NIM	: H1021221010
Jurusan/Program Studi	: Fisika/Fisika
Tanggal Lulus	:12 Juni 2026
SK Pembimbing	: No.3382/UN22.8/TD.06/2025 /06 oktober 2025
SK Penguji	: No.2939/DST/UN22.8/DT.00.09/2026 /09 Juni 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si.	Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si.
NIP 198102062006041003	NIP 198107302005011002

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota penguji
Dr. Boni Pahlanop Lapanporo, S.Si., M.Sc.	Yuris Sutanto, S.Si., M.Sc.
NIP 198011102005011002	NIP 199008272022031008
Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si.	Dr. Azrul Azwar, S.Si.,M.Si.
NIP 198102062006041003	NIP 198107302005011002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Revana Devitasari

NIM : H1021221010

Program Studi/Jurusan : Fisika/Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 12 Juni 2026



Revana Devitasari

NIM H1021221010

Simulasi Pengaruh Jarak dan Material Penghalang Terhadap Nilai *Specific Absorption Rate* Jaringan Biologis

Abstrak

Penggunaan *smartphone* menimbulkan paparan radiasi elektromagnetik pada jaringan biologis yang dapat diukur melalui *Specific Absorption Rate* (SAR). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jarak paparan, penggunaan material penghalang, dan perbedaan frekuensi terhadap nilai SAR maksimum pada jaringan kepala manusia. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak CST *Studio Suite* dengan model *phantom* kepala dan antena mikrostrip yang bekerja pada frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz. Variasi jarak yang diuji adalah 5 mm, 10 mm, dan 15 mm, sedangkan variasi material penghalang meliputi kaca, silikon, dan kain yang diterapkan pada jarak 10 mm. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan jarak paparan dari 5 mm ke 15 mm menurunkan nilai SAR secara signifikan. Pada frekuensi 900 MHz, nilai SAR 1 gram turun sebesar 0,22 W/kg, sedangkan pada frekuensi 1800 MHz terjadi penurunan sebesar 0,65 W/kg. Nilai SAR tertinggi ditemukan pada frekuensi 900 MHz di jarak 5 mm, yaitu sebesar 1,66 W/kg (SAR 1 gram), yang sedikit melebihi ambang batas FCC (1,6 W/kg). Penggunaan material penghalang pada frekuensi 1800 MHz efektif menurunkan nilai SAR, dengan material kaca memberikan reduksi paling rendah hingga mencapai 0,72 W/kg (SAR 1 gram). Sebaliknya, pada frekuensi 900 MHz, penambahan material penghalang cenderung meningkatkan nilai SAR hingga mencapai 1,65 W/kg pada penggunaan silikon akibat efek *dielectric loading*. Secara keseluruhan, sebagian besar skenario simulasi masih berada di bawah ambang batas aman internasional yang ditetapkan oleh ICNIRP (2,0 W/kg) dan FCC (1,6 W/kg).

Kata Kunci: *Smartphone*, Radiasi Elektromagnetik, *Specific Absorption Rate* (SAR), CST Studio Suite, Jarak Paparan, Material Penghalang, Frekuensi.

Simulation of the Effects of Distance and Shielding Materials on the Specific Absorption Rate Values of Biological Tissue

Abstract

The use of smartphones can cause electromagnetic radiation exposure to biological tissues, which can be measured using the Specific Absorption Rate (SAR) parameter. This study aims to analyze the effect of exposure distance variation, shielding materials, and frequency differences on the maximum SAR value in human head tissue. Simulations were carried out using CST Studio Suite software with a head phantom model and a microstrip antenna operating at frequencies of 900 MHz and 1800 MHz. The distance variations tested were 5 mm, 10 mm, and 15 mm, while the shielding materials used consisted of glass, silicone, and fabric applied at a distance of 10 mm. The simulation results showed that increasing the exposure distance from 5 mm to 15 mm significantly reduced the SAR value. At 900 MHz, the SAR 1 gram value decreased by 0.22 W/kg, while at 1800 MHz the reduction reached 0.65 W/kg. The highest SAR value was obtained at 900 MHz with a distance of 5 mm, reaching 1.66 W/kg (SAR 1 gram), which slightly exceeded the FCC safety limit of 1.6 W/kg. The use of shielding materials at 1800 MHz was generally effective in reducing SAR values, with glass providing the greatest reduction to 0.72 W/kg (SAR 1 gram). In contrast, at 900 MHz, the addition of shielding materials tended to increase SAR values, with the highest value reaching 1.65 W/kg when using silicone due to the dielectric loading effect. Overall, most simulation scenarios remained below the international safety limits established by ICNIRP (2.0 W/kg) and FCC (1.6 W/kg).

Keywords: Smartphone, Electromagnetic Radiation, Specific Absorption Rate (SAR), CST Studio Suite, Exposure Distance, Shielding Material, Frequency.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi yang berjudul **"Simulasi Pengaruh Jarak dan Material Penghalang Terhadap Nilai *Specific Absorption Rate* Jaringan Biologis"** dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura. Selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, masukan, serta dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Boni Pahlanop Lapanporo, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Yuris Sutanto, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Penguji II, yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun demi menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang memberikan arahan, dan motivasi selama menjalani proses perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen dan staf Program Studi Fisika FMIPA Universitas Tanjungpura, atas ilmu, pengalaman, serta bantuan yang telah diberikan selama penulis menempuh masa perkuliahan.
5. Keluarga penulis, khususnya Ibu tersayang, yang tidak pernah berhenti memberikan doa, cinta, dan dukungan di setiap langkah perjalanan ini. Terima kasih atas kasih sayang dan pengorbanan yang selalu menjadi kekuatan terbesar penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

6. Teman-teman Photon, yang telah menjadi bagian dari perjalanan perkuliahan penulis, memberikan semangat, kebersamaan, serta banyak kenangan yang tidak terlupakan.
7. Teman-teman dekat penulis, yaitu Inggrid, Ully, dan Ayunda yang selalu memberi semangat serta menjadi tempat berbagi cerita selama perjalanan perkuliahan dan penyusunan tugas akhir ini.
8. SEVENTEEN, NCT DREAM, dan Running Man yang melalui karya musik serta tayangan hiburannya telah menemani penulis selama proses penyusunan skripsi ini, membantu menjaga semangat dan suasana hati dalam menyelesaikan penelitian.
9. Diri sendiri, atas segala usaha, proses, dan perjalanan yang tidak selalu mudah. Terima kasih sudah tetap bertahan, terus berusaha, dan tidak berhenti hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun sebagai bentuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi tambahan referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Fisika.

Pontianak, 25 Mei 2026



Revana Devitasari

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 5
BAB II DASAR TEORI 6
2.1 Radiasi Elektromagnetik 6
2.2 *Smartphone* 6
2.3 Antena Mikrostrip 7
2.4 *Specific Absorption Rate* (SAR) 9
2.5 *Computer Simulation Technology* (CST) *Studio Suite* 10
2.5.1 *Finite Integration Technique* (FIT) 10
2.5.2 Kalkulasi Nilai SAR dalam CST 11
2.5.3 *Meshing* dan Akurasi Simulasi 11
2.6 Sifat Dielektrik Jaringan Biologis 12
2.7 Dampak Radiasi Elektromagnetik 13
2.8 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai SAR 14
2.9 Material Penghalang 15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 16
3.2 Alat dan Bahan 16
3.3 Prosedur Kerja 16
3.3.1 Persiapan Perangkat dan Perangkat Lunak 16
3.3.2 Pembuatan Model *Phantom* Kepala dan Sumber Radiasi 17
3.3.3 Pengaturan Parameter dan Skenario Simulasi 18
3.3.4 Konfigurasi Solver dan Kalkulasi SAR 20

3.3.5 Simulasi dan Pengumpulan Data 20
3.3.6 Analisis Akhir 21
3.4 Diagram Alir Penelitian 21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 23
4.1 Karakteristik Antena 23
4.2 Pengaruh Variasi Jarak Terhadap Nilai SAR..... 24
4.3 Perbedaan Nilai SAR pada Variasi Frekuensi 29
4.4 Pengaruh Material Penghalang Terhadap Nilai SAR..... 30
4.5 Evaluasi Nilai SAR terhadap Standar Internasional 34
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....37
5.1 Kesimpulan 37
5.2 Saran 38
DAFTAR PUSTAKA 39
LAMPIRAN.....43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 a) Antena untuk frekuensi 900 MHz, (b) Antena untuk frekuensi 1800 MHz. 18

Gambar 3.2 (a) Sumber radiasi berjarak 5 mm, (b) Sumber radiasi berjarak 10 mm, (c) Sumber radiasi berjarak 15 mm..... 19

Gambar 3.3 (a) Penghalang kaca, (b) Penghalang Silikon, (c) Penghalang kain.. 19

Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian. 22

Gambar 4.1 S-Parameter pada frekuensi 900 MHZ dan 1800 MHz. 23

Gambar 4.2 Grafik nilai SAR maksimum pada frekuensi 900 MHz. 26

Gambar 4.3 Grafik nilai SAR maksimum pada frekuensi 1800 MHz. 28

Gambar 4.4 Grafik perbandingan nilai SAR pada frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz. 29

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Properti dielektrik phantom kepala. 17

Tabel 3.2 Properti dielektrik masing-masing material penghalang. 20

Tabel 4.1 Distribusi nilai SAR pada frekuensi 900 MHz. 25

Tabel 4.2 Distribusi nilai SAR pada frekuensi 1800 MHz. 27

Tabel 4.3 Distribusi SAR untuk masing-masing material penghalang pada frekuensi 900 MHz. 31

Tabel 4.4 Distribusi SAR untuk masing-masing material penghalang pada frekuensi 1800 MHz. 32

Tabel 4.5 Nilai SAR maksimum untuk masing-masing material penghalang pada frekuensi 900 MHz. 33

Tabel 4.6 Nilai SAR maksimum untuk masing-masing material penghalang pada frekuensi 1800 MHz. 33

Tabel 4.7 Data hasil simulasi nilai SAR untuk variasi jarak. 35

Tabel 4.8 Data hasil simulasi nilai SAR untuk variasi material penghalang. 35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel hasil nilai SAR maksimum 43
Lampiran 2 Perhitungan persentase perubahan SAR dengan dan tanpa penghalang 43
Lampiran 3 Tampilan CST Studio Suite 44
Lampiran 4 Pengaturan mesh 44
Lampiran 5 Pengaturan perhitungan SAR 45
Lampiran 6 Tampilan Hasil Simulasi SAR 45

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang berlangsung pesat pada era modern membawa dampak yang signifikan dalam kehidupan manusia. Teknologi dapat memberikan manfaat yang besar jika digunakan dengan baik, namun juga dapat merusak apabila tidak digunakan dengan bijak (Nuramdiani, 2023). Salah satu teknologi yang paling berkembang saat ini adalah *smartphone*. Keberadaan *smartphone* telah mengubah gaya hidup masyarakat. Ketergantungan pada alat ini sangat tinggi, sehingga menimbulkan dampak positif maupun negatif (Suraya *et al.*, 2022). Berdasarkan data dari Kompas di tahun 2023, penggunaan *smartphone* di Indonesia sudah menyentuh angka 346,8 juta pengguna (Hakim *et al.*, 2024).

Tidak dapat dipungkiri bahwa kehadiran *smartphone* sangat berguna bagi kehidupan sehari-hari, baik digunakan untuk membantu dalam pelajaran, pekerjaan, maupun hobi (Satria *and* Kusaimah, 2021). Dengan *smartphone,* dunia seolah-olah tidak terbatas ruang dan waktu. Namun, perlu diketahui, dibalik semua manfaat *smartphone* terdapat dampak negatif. Salah satu dampak negatif yang harus diketahui dari penggunaan *smartphone* adalah adanya radiasi dari penggunaan peralatan tersebut. Secara umum radiasi adalah proses perpindahan atau perambatan energi tanpa melalui medium. Radiasi adalah energi yang bergerak melalui suatu materi dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik (Amelia *et al.*, 2023). Komunikasi melalui *smartphone* menggunakan gelombang radio, yaitu bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik. Gelombang ini merambat melalui udara tanpa memerlukan media penghantar fisik, karena gelombang elektromagnetik mampu merambat bahkan di ruang hampa. Gelombang elektromagnetik terdiri atas medan listrik dan medan magnet yang berosilasi secara tegak lurus satu sama lain dan terhadap arah rambat gelombang (Yacob *and* Herpadiar, 2024).

Radiasi elektromagnetik adalah bentuk energi yang dipancarkan dan dirambatkan dalam bentuk gelombang elektromagnetik. *Smartphone* merupakan

sumber radiasi elektromagnetik yang sangat potensial. Radiasi elektromagnetik yang dihasilkan dapat menyebabkan pemanasan pada jaringan tubuh (Alfarizi *et al.*, 2021). Radiasi gelombang elektromagnetik pada level tertentu dapat membahayakan kesehatan tubuh manusia (Widiningrum *et al.*, 2023). Terpapar radiasi elektromagnetik dapat menyebabkan efek jangka pendek seperti gangguan tidur, tekanan darah tidak normal, pusing, mual, dan stres (Meena *et al.*, 2016). Selain itu, paparan radiasi elektromagnetik yang berlebihan juga dapat menimbulkan efek jangka panjang seperti gangguan sistem saraf, serta kerusakan kornea, tergantung seberapa besar radiasi yang diterima (Nindha *et al.*, 2021). Paparan radiasi yang diserap oleh tubuh ini sering disebut dengan *Specific Absorption Rate* (SAR) (Bhargava *et al.*, 2019).

Berbagai pihak terutama produsen *smartphone* menjamin bahwa *smartphone* aman digunakan, namun masih banyak perdebatan dan kontroversi di berbagai kalangan (Yushardi *et al.*, 2022). Sebagai upaya perlindungan pengguna, semua *smartphone* yang dijual wajib menyertakan informasi spesifik absorption atau SAR. SAR adalah jumlah energi elektromagnetik yang diserap tubuh setiap detik ketika terpapar gelombang radio dari perangkat seperti *smartphone* dan perangkat komunikasi nirkabel (Batubara *et al.*, 2023). SAR dihitung berdasarkan konduktivitas jaringan, kepadatan massa jaringan, dan intensitas medan listrik yang terinduksi di dalam tubuh (Takei *et al.*, 2017). Beberapa penelitian telah mengaitkan paparan SAR tinggi dengan potensi gangguan biologis, termasuk efek termal yang dapat meningkatkan suhu jaringan tubuh serta kemungkinan dampak terhadap fisiologis (İKiNciKeleş *and* Şahin, 2021). Selain itu, paparan radiasi elektromagnetik dari *smartphone* juga dapat meningkatkan stres oksidatif dan produksi radikal bebas yang berpotensi merusak struktur serta fungsi seluler dalam tubuh manusia (Chu *et al.*, 2023). Oleh karena itu, evaluasi SAR menjadi penting dalam menentukan batas aman penggunaan perangkat elektronik sesuai standar yang telah ditetapkan (Abdul-Al *et al.*, 2022).

Meskipun telah ada regulasi yang menetapkan batas aman nilai SAR, pemahaman mendalam mengenai perubahan nilai SAR masih diperlukan, terutama terkait pengaruh variasi jarak antara *smartphone* dan kepala, keberadaan material

penghalang, serta perbedaan frekuensi radiasi terhadap distribusi nilai SAR pada jaringan biologis. Penelitian sebelumnya telah banyak dilakukan untuk menganalisis nilai SAR pada perangkat komunikasi (Oprea *et al.*, 2024). Studi menggunakan metode eksperimental dan simulasi telah menghasilkan berbagai model distribusi SAR dalam jaringan tubuh manusia (Mumin *et al.*, 2018). Beberapa penelitian telah memanfaatkan perangkat lunak simulasi seperti *Computer Simulation Technology* (CST) *Studio Suite* untuk menganalisis pola absorpsi energi elektromagnetik dalam berbagai kondisi (Heliot *et al.*, 2020). Namun, sebagian besar penelitian lebih berfokus pada pengaruh frekuensi atau karakteristik jaringan biologis, sementara kajian yang mengkombinasikan pengaruh jarak, material penghalang, dan frekuensi secara terkontrol masih relatif terbatas.

Penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut dengan menganalisis pengaruh variasi jarak, material penghalang, dan frekuensi terhadap nilai SAR maksimum pada jaringan biologis kepala. Variasi jarak digunakan untuk melihat tren dasar perubahan SAR, variasi material penghalang diterapkan pada satu jarak tetap untuk mengisolasi pengaruh material, serta variasi frekuensi digunakan untuk merepresentasikan karakteristik jaringan komunikasi seluler yang umum digunakan. Penelitian ini dilakukan melalui simulasi elektromagnetik berbasis CST *Studio Suite* dan diharapkan dapat memberikan gambaran kuantitatif mengenai kondisi penggunaan *smartphone* yang lebih aman dari sisi paparan radiasi elektromagnetik.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi jarak paparan *smartphone* terhadap nilai SAR maksimum pada jaringan kepala?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan material penghalang terhadap nilai SAR pada jarak paparan tertentu ?
3. Bagaimana perbedaan nilai SAR maksimum pada variasi frekuensi *smartphone* ?

4. Kombinasi parameter manakah yang menghasilkan nilai SAR paling rendah pada jaringan kepala, dan apakah nilai SAR yang diperoleh memenuhi batas aman yang ditetapkan oleh lembaga internasional?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memastikan penelitian tetap terfokus kepada tujuan utama, maka perlu ditentukan beberapa Batasan dalam pelaksanaan penelitian ini. Batasan masalah yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas nilai SAR akibat penggunaan *smartphone*.
2. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite dengan model jaringan biologis manusia yang dibatasi pada bagian kepala.
3. Variasi jarak yang digunakan adalah 5 mm, 10 mm, dan 15 mm.
4. Variasi material penghalang berupa kaca, silikon, dan kain diterapkan pada satu jarak yaitu 10 mm.
5. Variasi frekuensi yang digunakan adalah 900 MHz dan 1800 MHz.
6. Penelitian ini bersifat simulatif, sehingga tidak dilakukan eksperimen atau pengukuran secara langsung.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi jarak terhadap nilai SAR maksimum pada jaringan kepala.
2. Menganalisis pengaruh material penghalang terhadap nilai SAR maksimum pada jarak paparan tertentu.
3. Menganalisis perbedaan nilai SAR maksimum pada variasi frekuensi *smartphone*.
4. Menentukan kombinasi parameter yang menghasilkan nilai SAR paling rendah pada jaringan kepala serta mengevaluasi kesesuaian nilai SAR yang diperoleh terhadap standar batas aman yang ditetapkan oleh lembaga internasional.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan pemahaman ilmiah mengenai pengaruh jarak, material penghalang, dan frekuensi terhadap nilai SAR pada jaringan biologis, dan menjadi referensi dalam bidang fisika medis dan biofisika terkait analisis paparan radiasi elektromagnetik dari *smartphone,* serta memberikan informasi yang dapat digunakan sebagai pertimbangan bagi pengguna *smartphone* dalam mengatur jarak penggunaan dan penggunaan material penghalang guna meminimalkan risiko paparan radiasi.