

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1. Latar Belakang

Kanker merupakan penyakit akibat sel-sel tubuh tumbuh dan berkembang secara abnormal, diluar batas kewajaran, dan sangat liar<sup>[1]</sup>. Kanker disebabkan oleh faktor internal (genetik dan daya tahan tubuh) dan faktor eksternal seperti pola hidup dan lingkungan. Jumlah penderita kanker cenderung bertambah dari tahun ke tahun<sup>[2]</sup>. Di tahun 2018, secara global ada sekitar 18.078.957 kasus baru kanker dengan total kematian 9.555.027<sup>[3]</sup>. Prevalensi penderita kanker di Indonesia tergolong tinggi yakni sebesar 1,8% yang artinya dua dari 1.000 orang merupakan penderita kanker<sup>[4]</sup>.

Kanker menimbulkan dampak psikologis dan ekonomi bagi penderita. Dampak psikologis yang banyak dialami penderita kanker adalah stres, putus asa, dan sikap menarik diri dari lingkungan. Dampak psikologi juga dapat disebabkan oleh besarnya biaya yang harus ditanggung oleh penderita dan keluarganya<sup>[5]</sup>. Penderita kanker idealnya melakukan 4-12 kali kemoterapi dengan biaya sekitar dua juta rupiah setiap kalinya. Tidak tepat atau terlambatnya pengobatan pada penderita berakibat pada meningkatnya angka kematian.

Pengobatan kanker melalui kemoterapi, radioterapi, krioterapi atau terapi dingin, dan hipertermia telah dikembangkan. Kemoterapi adalah pengobatan kanker dengan cara membunuh sel-sel kanker, mengontrol dan menghentikan pertumbuhannya agar tidak menyebar, atau mengurangi gejala-gejala yang disebabkan oleh kanker dengan menggunakan obat-obatan<sup>[2,6,7]</sup>. Kemoterapi merupakan pilihan pengobatan yang efektif pada kanker stadium lanjut karena dapat mengobati berbagai jenis kanker dan

memperpanjang usia harapan hidup penderita<sup>[8]</sup>. Walaupun cukup efektif, kemoterapi berdampak pada kesehatan fisik (seperti kelelahan, ruam, mual, dan diare), kualitas hidup, dan keadaan emosi (seperti depresi dan kegelisahan)<sup>[9]</sup>. Efek samping dari kemoterapi juga dapat bersifat fatal seperti depresi sumsum tulang, gangguan fungsi hati, kardi toksisitas, neurotoksisitas, gastrointestinal, hingga efek obat antitumor yang bersifat karsinogenik sehingga meningkatkan peluang terjadinya tumor primer kedua<sup>[7,9,10,11,12]</sup>.

Radioterapi merupakan tindakan sebelum atau sesudah operasi untuk menghancurkan jaringan-jaringan yang terkena kanker menggunakan radiasi. Radioterapi memiliki beberapa efek samping seperti toksisitas kulit akut, komplikasi sistem syaraf pusat, xerostomia, hiposalivasi, kelainan jantung, dan lain-lain<sup>[13]</sup>. Krioterapi merupakan metode penghancuran lapisan epitel kanker dengan pembekuan (*freezing*) hingga pada suhu  $-20^{\circ}\text{C}$  selama enam menit menggunakan gas nitrogen atau karbon dioksida<sup>[14,15]</sup>. Metode ini hanya mampu mengakibatkan nekrosis jaringan dengan kedalaman 5-7 mm sehingga tidak cocok untuk kanker yang berada jauh dari permukaan kulit seperti kanker serviks<sup>[16]</sup>.

Pengobatan kanker pada prinsipnya bertujuan untuk mengeliminasi sel kanker dari sel normal. Pengobatan yang paling efektif untuk penargetan sel ini adalah metode hipertermia. Hipertermia adalah terapi kanker dengan cara memanaskan daerah yang mengandung sel-sel kanker pada suhu  $41-46^{\circ}\text{C}$ , sedangkan sel normal disekitarnya dijaga tetap berada pada suhu ruang. Hipertermia memanfaatkan pancaran gelombang elektromagnetik untuk menaikkan suhu sel kanker. Kenaikan suhu merusak struktur

protein dan siklus sel kanker yang berakibat pada penyusutan ukuran tumor dan kematian sel kanker<sup>[17-20]</sup>. Kerusakan sel kanker disebabkan oleh terganggunya *heat-shock factor* (HSF) yang berfungsi untuk melindungi sel dari kenaikan suhu intrasel. Sel normal tidak mengalami gangguan HSF. Ukuran dan distribusi induksi hipertermia menyebabkan kematian sel pada suhu 45.5°C<sup>[21]</sup>.

Bischof dkk<sup>[21]</sup> menunjukkan bahwa pada suhu 40°C sel memiliki intensitas fluoresensi tertinggi sehingga hipertemia merupakan metode yang tepat. Metode hipertermia dapat digunakan secara independen untuk terapi kanker dan dapat digunakan sebagai pendukung terapi kanker lainnya. Kombinasi metode hipertermia dengan kemoterapi, operasi, dan metode lainnya meningkatkan harapan hidup penderita tumor kandung kemih dari 51% menjadi 75%<sup>[19]</sup>. Penggabungan metode hipertemia dengan kemoterapi atau radioterapi meningkatkan harapan hidup dari 41% menjadi 83%<sup>[22]</sup>.

Metode hipertermia dapat diterapkan dengan menggunakan antenna atau aplikator gelombang elektromagnetik yang dapat mengontrol fokus dan distribusi medan pada sel kanker. Metode ini aman dan efektif namun masih memiliki efek samping seperti efek kulit terbakar (cedera pada kulit yang disebabkan oleh panas, radiasi, zat kimia, dan lainnya) dan pemanasan pada daerah yang tidak diinginkan. Berdasarkan dari kelemahan metode hipertermia ini peneliti melakukan pengembangan penelitian dengan memvariasikan antenna atau aplikator untuk mengurangi efek samping tersebut.

Semenjak tahun 2013 hingga 2017 terdapat beberapa antenna yang telah dikembangkan, yakni antenna pandu gelombang, koaksial, Yagi-Uda, *planar array*,

mikrostrip, dan *square-ring*. Pada penelitian ini akan dioptimasi aplikator gelombang elektromagnetik metamaterial datar dengan tipe antenna adalah antenna mikrostrip karena memiliki *performance* tinggi untuk metode hipertermia, kecil, ringan, dan fleksibel untuk tipe yang berbeda dan frekuensi yang beragam. Selain itu, metamaterial dapat diminiaturisasi dan dapat menghasilkan pola radiasi yang terfokus pada sel kanker. *Split ring* atau *Split Ring Resonator* (SRR) adalah struktur buatan untuk menghasilkan susceptibilitas (respon) magnetik yang diinginkan. Pada penelitian ini akan didesain SRR bentuk dasar (*complementary* SRR atau cSRR) dengan konfigurasi struktur mikro split tunggal, ganda, *triple*, dan struktur empat cincin dengan bentuk segiempat. Desain ini memiliki keunggulan yakni mudah difabrikasi dan dengan dua frekuensi resonansi berbeda yang dapat dikontrol dengan variasi ukuran. Konfigurasi dan ukuran SRR akan divariasikan untuk mendapatkan aplikator yang paling efektif untuk memfokuskan gelombang elektromagnetik dari suatu sumber. Distribusi medan elektromagnetik dan suhu di sekitar cSRR akan disimulasikan menggunakan perangkat lunak yakni *COMSOL Multiphysics*.

## **I.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan konfigurasi dan dimensi cSRR optimal sebagai antenna atau aplikator untuk pengobatan kanker dengan metode hipertermia dan konfigurasi yang dihasilkan akan digunakan pada metode hipertermia dengan menunjukkan hasil distribusi suhu pada sel kanker. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan pilihan konfigurasi cSRR serta memberikan gambaran

distribusi suhu untuk pengobatan kanker dengan metode hipertermia. Karena setiap konfigurasi menghasilkan nilai frekuensi resonansi dan efek pemanasan yang berbeda.

### I.3. Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini meliputi simulasi *complementary Split Ring Resonator* sebagai pemfokus cahaya dengan menggunakan gelombang elektromagnetik pada frekuensi radio melalui pengaturan konfigurasi strukturnya.

Batasan masalah yang perlu ditentukan agar penelitian terarah dan sesuai tujuan yaitu:

1. Frekuensi yang digunakan dalam rentang megaHertz (MHz).
  2. Rentang frekuensi yang dibutuhkan untuk tumor dipermukaan adalah 434-915 MHz.
  3. Konfigurasi struktur *cSRR* dalam ukuran milimeter (mm) dan sentimeter (cm) kecuali untuk lebar celah gap ( $d$ ) yang tetap dalam ukuran millimeter (mm)
  4. Variasi konfigurasi dengan material berupa emas yaitu:
    - a. Lebar cincin ( $w$ ) : 0,5 – 1,5
    - b. Celah gap ( $d$ ) : 0,2 – 3,5
    - c. Ukuran *cSRR* ( $l$ ) : 5 – 20
    - d. Panjang kaki pertama ( $a$ ) : 0,5 – 2
    - e. Panjang kaki kedua ( $b$ ) : 2 – 5
- Ketebalan *cSRR* ( $t$ ) : 1