

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Material buatan yang dikenal sebagai metamaterial menarik perhatian banyak peneliti karena sifatnya yang unik dan dapat dikontrol dengan memvariasikan geometri sel satuannya. Metamaterial pada dasarnya adalah struktur periodik yang tersusun atas sel atau elemen satuan yang dapat memperlihatkan sifat optik tertentu yang tidak ditemukan di alam. Metamaterial memiliki kemampuan memanipulasi gelombang elektromagnetik seperti menghambat, memandu, menyerap, melokalisasi, menguatkan dan membelokkan gelombang. Metamaterial pertama kali diperkenalkan sebagai struktur yang dapat menjadikan objek tidak kasat mata. Sekarang ini metamaterial dikembangkan untuk berbagai aplikasi mulai dari filter optik, antena pada satelit, lensa mikroskop beresolusi tinggi, hingga untuk pengisian baterai telepon genggam secara nirkabel.

Filter adalah suatu rangkaian yang dapat meloloskan frekuensi yang diinginkan dan menahan frekuensi lainnya yang tidak diinginkan. Filter memegang peranan penting pada banyak aplikasi komunikasi yang menggunakan gelombang mikro. Filter dibuat berupa sirkuit LC (induktif – kapasitif), yaitu rangkaian kapasitor dan induktor yang dihubungkan dengan menggunakan jalur konduktor yang dicetak di atas *printed circuit board* (PCB). Penerapan filter seperti pada komunikasi *wireless* memberikan tantangan untuk dikembangkannya filter gelombang mikro yang memiliki performa tinggi, lebih kecil, lebih ringan, dan lebih murah.

Kemajuan teknologi fabrikasi material dan simulasi gelombang elektromagnetik secara numerik telah mendorong dikembangkannya filter berbentuk planar. Filter planar merupakan resonator dua dimensi yang berbentuk *strip* atau pola elemen *strip* yang terletak pada bidang logam yang ditanahkan. Saluran transmisi mikrostrip merupakan salah satu saluran transmisi planar yang dapat dipakai untuk aplikasi gelombang mikro. Saluran transmisi mikrostrip merupakan sebuah substrat dielektrik dengan permitivitas dan ketebalan tertentu. Saluran transmisi mikrostrip terdiri dari strip tembaga pada bagian atas, substrat dan lapisan *ground* pada bagian bawahnya. Adapun komponen gelombang mikro yang dapat diaplikasikan pada saluran transmisi planar adalah kopler, transformator, percabangan dan filter (Triprjooetomo dan Toto, 2015).

*Split ring resonator* (SRR) adalah metamaterial dengan struktur geometri berupa cincin terpisah. SRR secara keseluruhan bertindak sebagai sirkuit LC (induktor-kapasitor) dalam skala mikro sehingga dapat digunakan sebagai filter gelombang mikro. Oleh karena metamaterial SRR dapat bertindak sebagai filter maka, metamaterial SRR dapat diterapkan pada saluran transmisi planar (Fathnan, 2015). Metamaterial SRR sebagai filter gelombang mikro memiliki kelebihan berupa *insertion loss* yang rendah dan *bandwidth* yang lebar, sehingga diharapkan dapat menurunkan reflektansi/*return loss* dan meningkatkan efisiensi transmisi/*insertion loss* filter gelombang mikro. Adapun geometri metamaterial SRR yang sudah pernah diterapkan pada saluran transmisi planar adalah geometri berbentuk persegi, persegi panjang, dan heksagonal.

Saat ini penelitian tentang penggunaan metamaterial SRR sebagai komponen filter terus mengalami perkembangan. Rinditayoga dan Dian (2015) merancang *bandpass filter* menggunakan metamaterial SRR yang bekerja pada frekuensi 7,1 GHz – 7,7 GHz menggunakan resonator persegi terbuka. *Insertion loss* (S21) filter yang diukur menggunakan *vector network analyzer* (VNA) menunjukkan nilai -0.53 dB yang masih terlalu besar. *Insertion loss* yang besar dapat menurunkan performa filter.

Fathnan (2015) mendesain filter gelombang mikro dari pandu gelombang koplanar dan metamaterial SRR berbentuk persegi panjang. Peneliti menemukan bahwa *bandwidth* filter bergantung pada ukuran geometri resonator. *Bandwidth* yang lebih lebar diperoleh dari SRR dengan panjang horizontal yang lebih besar.

Kurnia dkk. (2017) merancang filter gelombang mikro dari metamaterial dengan sel satuan berupa SRR heksagonal. Filter dirancang secara numerik agar bekerja pada rentang frekuensi 300 GHz – 150 THz. Hasil simulasi menunjukkan kinerja filter lebih ditentukan oleh ukuran cincin bukan pada material cincin.

Pada penelitian ini dilakukan optimasi terhadap geometri metamaterial SRR untuk mendapatkan filter metamaterial SRR frekuensi *X-Band* dengan performa yang bagus yaitu; *bandwidth* frekuensi lebar dan *insertion loss* kecil. Karena rumus analitik untuk menentukan *bandwidth* frekuensi dan *insertion loss* filter belum ada maka, penelitian ini dilakukan secara numerik dengan metode elemen hingga menggunakan *software comsol multiphysics*. Untuk menguji keakuratan hasil simulasi maka, frekuensi resonansi yang diperoleh secara numerik dibandingkan dengan frekuensi resonansi yang diperoleh secara analitik.

## 1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh geometri jari-jari, lebar celah, lebar cincin, tebal cincin, jarak pisah cincin luar dan cincin dalam dan posisi celah cincin dalam dan cincin luar terhadap *insertion loss* dan *bandwidth* filter yang dihasilkan. Manfaat dari penelitian ini adalah dihasilkannya rancangan filter gelombang mikro dengan kinerja optimal sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut untuk aplikasi pada sistem telekomunikasi seperti antenna dan radar.

## 1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Filter gelombang mikro yang dirancang berupa *bandpass* filter berbasis metamaterial dengan geometri SRR heksagonal yang bekerja pada rentang frekuensi *X-Band* (8 - 12 GHz) menggunakan *software Comsol Multiphysics*.
- 2) Ukuran dimensi *split ring resonators* heksagonal dirancang dengan ukuran yang berada dalam rentang panjang gelombang dari gelombang mikro yaitu:
  - (a) Jari-jari cincin dalam ( $r_1$ ) : 1 - 9 mm
  - (b) Jari-jari cincin luar ( $r_2$ ) : 4 - 12 mm
  - (c) Lebar celah cincin dalam dan cincin luar ( $g$ ) : 0,5 – 1,5 mm
  - (d) Lebar cincin luar dan cincin dalam ( $l$ ) : 2 – 3 mm
  - (e) Tebal cincin luar dan cincin dalam ( $t$ ) : 0,25 – 1 mm
  - (f) Jarak pisah cincin dalam dan cincin luar ( $d$ ) : 1 – 1,5 mm
  - (g) Posisi celah cincin luar dan cincin dalam pada sisi dan sudut heksagon

- 3) Material yang digunakan untuk membuat SRR adalah tembaga yang lebih murah dibanding emas dan perak namun memiliki disipasi (*loss*) rendah pada daerah gelombang mikro.

