

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perkembangan sistem elektronik dan instrumentasi pengukuran modern menuntut kemampuan akuisisi sinyal yang semakin presisi, khususnya pada pengukuran sinyal berlevel rendah seperti pada sistem deteksi fenomena alam dan sistem komunikasi radio frekuensi tinggi. Salah satu aplikasi penting adalah sistem deteksi sinyal *Very High Frequency* (VHF) yang dihasilkan oleh fenomena petir. Sinyal emisi VHF dari petir memiliki amplitudo yang relatif kecil dan rentan terhadap gangguan, sehingga kualitas penerimaan sinyal sangat bergantung pada performa sistem penerima[1].

Permasalahan utama dalam sistem deteksi sinyal VHF petir adalah rendahnya *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) akibat adanya noise internal rangkaian seperti thermal noise dan shot noise, serta noise eksternal berupa interferensi elektromagnetik dan gangguan atmosferik. Rendahnya SNR dapat menyebabkan kesalahan deteksi, penurunan sensitivitas sistem, hingga kegagalan dalam mengidentifikasi karakteristik sinyal petir secara akurat[2].

Dalam sistem penerima RF, parameter penting yang menentukan kualitas kinerja adalah *Noise Figure* (NF), yaitu ukuran degradasi SNR yang disebabkan oleh rangkaian penerima. Nilai NF yang tinggi akan memperburuk SNR keluaran sistem dan menurunkan kemampuan deteksi sinyal lemah. Oleh karena itu, analisis dan optimasi *Noise Figure* menjadi aspek krusial dalam perancangan sistem deteksi VHF.

*Low Noise Amplifier* (LNA) berperan sebagai penguat tahap awal yang dirancang untuk memperkuat sinyal lemah dengan penambahan noise seminimal mungkin[3]. Penempatan LNA pada tahap awal sistem sangat menentukan nilai *Noise Figure* total berdasarkan persamaan Friis, sehingga pemilihan spesifikasi *gain* dan NF LNA menjadi faktor dominan dalam menentukan performa keseluruhan sistem.

Namun demikian, pada sistem deteksi petir, diperlukan pula rangkaian proteksi sinyal untuk melindungi perangkat dari lonjakan tegangan transien yang dapat timbul akibat induksi elektromagnetik atau sambaran tidak langsung. Komponen proteksi seperti TVS diode atau arrester berpotensi menambah rugi-rugi dan noise tambahan yang dapat memengaruhi nilai NF serta SNR sistem. Ketidaktepatan dalam integrasi sistem proteksi dengan LNA dapat menurunkan sensitivitas dan akurasi pengukuran[4].

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu studi komprehensif mengenai analisis *Noise Figure* dan *Signal-to-Noise Ratio* pada sistem deteksi sinyal VHF petir, dengan mempertimbangkan integrasi antara LNA dan sistem

proteksi sinyal. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai pengaruh setiap tahapan rangkaian terhadap degradasi SNR, serta menghasilkan konfigurasi sistem yang optimal, andal, dan efisien untuk aplikasi deteksi sinyal petir berfrekuensi VHF.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah yang dapat disajikan pada penelitian berikut adalah:

1. Bagaimana pengaruh penerapan *Low Noise Amplifier* (LNA) terhadap nilai *Noise Figure* dan peningkatan *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) pada sistem deteksi sinyal VHF petir.
2. Bagaimana pengaruh penambahan komponen proteksi sinyal terhadap *gain*, *Noise Figure*, dan degradasi *Signal-to-Noise Ratio* pada sistem penerima VHF.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini, yaitu:

1. Menganalisis pengaruh penerapan *Low Noise Amplifier* (LNA) terhadap *Noise Figure* dan peningkatan *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) pada sistem deteksi sinyal VHF petir.
2. Menghitung dan mengevaluasi nilai *Noise Figure* total sistem berdasarkan konfigurasi rangkaian yang digunakan.
3. Menganalisis pengaruh penambahan komponen proteksi sinyal terhadap *gain*, *Noise Figure*, dan degradasi SNR sistem penerima.
4. Menentukan konfigurasi sistem yang optimal untuk memperoleh SNR maksimum dengan tetap mempertahankan keandalan proteksi terhadap gangguan dan lonjakan tegangan.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian ini, maka manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Memberikan informasi mengenai analisis *Noise Figure* (NF) pada sistem deteksi sinyal VHF petir.
2. Memberikan informasi mengenai hubungan antara *Noise Figure* (NF) dan *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) dalam menentukan kualitas penerimaan sinyal lemah.
3. Memberikan gambaran penerapan *Low Noise Amplifier* (LNA) dan sistem proteksi sinyal dalam meningkatkan sensitivitas dan keandalan sistem deteksi VHF.
4. Dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan sistem penerima RF ber-noise rendah pada aplikasi deteksi petir maupun sistem akuisisi sinyal lemah lainnya.

### 1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan penelitian yang dilakukan batasan masalah dari penyusunan tugas akhir adalah:

1. Penelitian ini difokuskan pada analisis bagian penerima (receiver) sistem deteksi sinyal VHF petir, tanpa membahas sistem penentuan lokasi petir (misalnya metode triangulasi atau Time of Arrival) .
2. Rentang frekuensi yang dianalisis dibatasi pada spektrum *Very High Frequency* (VHF) sesuai dengan karakteristik emisi sinyal petir.
3. Parameter performa sistem yang dikaji terbatas pada *Noise Figure* (NF), *gain*, dan *Signal-to-Noise Ratio* (SNR).
4. Sistem proteksi yang dianalisis terbatas pada proteksi terhadap lonjakan tegangan transien pada sisi input penerima, tanpa membahas sistem proteksi petir eksternal skala besar.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian disusun sebagai berikut:

#### **BAB I**

#### **PENDAHULUAN**

Bab ini berisi uraian latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan penelitian.

#### **BAB II**

#### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi teori dasar yang mendukung penelitian tugas akhir.

#### **BAB III**

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi prosedur penelitian, metode penelitian, rencana tabel yang akan digunakan pada penelitian, rancangan alat yang akan dibuat, dan *flowchart* penelitian.

#### **BAB IV**

#### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi data hasil pengujian dan pembahasan dalam penelitian tugas akhir.

#### **BAB V**

#### **PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran terkait penelitian tugas akhir.