

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi radar saat ini begitu pesat, hal ini dibuktikan oleh salah satu teknologi radar yang dikembangkan untuk aplikasi *remote sensing* yaitu *Synthetic Aperture Radar* (SAR). Teknologi SAR mampu bekerja dalam segala cuaca serta dapat bekerja dalam kondisi siang ataupun malam sehingga SAR mampu mengatasi keterbatasan pada *optical camera* untuk aplikasi *remote sensing*. Teknologi SAR bekerja pada frekuensi kerja 1,265-1,275 GHz dengan frekuensi tengah 1,27 GHz (L-Band). Sinyal yang dipancarkan oleh SAR menggunakan *chirp pulse* yang ditembakkan ke objek yang berada di bumi, kemudian ditangkap sinyal pantulnya oleh *receiver* [1].

Dalam penerapannya, radiasi gelombang elektromagnetik dipancarkan dengan jarak yang ditempuh sinyal pada SAR dari *transmitter* menuju ke objek di permukaan bumi cukup jauh sekitar 500-700 km (orbit LEO) sehingga membutuhkan daya sinyal yang cukup tinggi. Penguat daya mampu menguatkan daya sinyal yang ditembakkan sehingga sinyal pantulan dapat diterima oleh *receiver* [2].

Penguat daya yang ditempatkan pada sistem SAR berfungsi untuk menguatkan sinyal masukan sebelum dipancarkan ke permukaan bumi. Perancangan suatu penguat daya harus memperhatikan parameter penguat daya untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Salah satu parameter penguat daya yang menjadi perhatian khusus yaitu *gain*, *gain* suatu penguat menentukan besar dari daya *output* yang dihasilkan. Penguat daya dibuat menggunakan sistem penguat kelas E dengan komponen aktif bekerja dengan mode *switch* sehingga memiliki efisiensi yang tinggi. Sistem penguat daya dibuat dua tingkat karena keterbatasan *gain* pada komponen aktif yang tersedia dipasaran. Komponen aktif yang digunakan yaitu GaAs (*Galium Arsenide*) *Pseudomorphic High Electron Mobility Transistor* (p-HEMT) karena sinyal *chirped radar* pada SAR tidak membutuhkan amplitud yang linier dan rangkaian penguatan menggunakan komponen pasif

(resistor dan kapasitor) diskrit jenis SMD dan induktor menggunakan jenis *microstrip line* [3].

Penguat daya yang dirancang menggunakan standar frekuensi radio amatir yang telah disediakan oleh Organisasi Radio Amatir Indonesia (ORARI), yaitu dengan rentang frekuensi antara 1260 – 1300 MHz yang merupakan frekuensi L-Band dengan lebar pita 10 MHz [4].

Pada perancangan penguat daya untuk aplikasi SAR mengacu pada beberapa penelitian sebelumnya, penelitian [5] menggunakan komponen aktif berupa *Microwave Integrated Circuit* dan menggunakan teknik *balanced amplifier* menghasilkan *gain* sebesar -8,19 dB dan daya *output* sebesar -45,66 dBm. Hasil dari penelitian tersebut masih jauh dari spesifikasi yang diharapkan. Selanjutnya, pada penelitian [3] desain penguat daya membandingkan antara penguat kelas AB dan penguat kelas E untuk aplikasi SAR dengan komponen aktif *Pseudomorphic HEMT*, dimana penguat daya kelas E memiliki hasil lebih baik dengan daya *output* sebesar 40 dBm dan PAE sebesar 81% dibandingkan dengan penguat daya kelas AB dengan hasil PAE sebesar 56%, *gain* sebesar 12,3 dB. Penguat daya kelas E menggunakan sistem penguatan dua tingkat. Penelitian terakhir penguat daya dengan frekuensi tinggi dilakukan oleh Prayogo pada frekuensi 437,43 MHz untuk aplikasi *TTC downlink* nano satelit menggunakan desain penguat kelas A dan menggunakan sistem penguatan dua tingkat sehingga menghasilkan *gain* sebesar 23,01 dB [6].

Mengacu pada penelitian [3] – [6] maka pada penelitian ini fokus pada desain penguat kelas E menggunakan komponen aktif *Pseudomorphic HEMT* (p-HEMT) dan menggunakan sistem penguatan dua tingkat dengan komponen pasif jenis sirkit SMD dan *microstrip line*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan deskripsi dari latar belakang dan penelitian terkait, maka dapat dirumuskan beberapa masalah pada tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Cara kerja SAR ialah dengan memancarkan sinyal *chirp pulse* dari pemancar yang ditembakkan ke objek yang berada di bumi dengan jarak

700 km sehingga diperlukan penguat daya yang sesuai dengan spesifikasi. Bagaimana cara membuat penguat daya aplikasi L-Band SAR sesuai dengan spesifikasi?

2. Penguat daya ditempatkan pada subsistem blok pemancar di ruang angkasa sehingga membutuhkan realiasi perangkat penguat daya dengan dimensi yang kecil. Bagaimana cara membuat penguat daya dengan dimensi yang kecil?
3. Penguat daya pada subsistem blok pemancar diperlukan keluaran daya yang tinggi, untuk menghasilkan daya yang tinggi dibutuhkan penguat daya dengan *gain* yang menghasilkan keluaran daya cukup besar sehingga dibutuhkan penguat daya dengan efisiensi yang tinggi. Bagaimana membuat penguat daya dengan *gain* yang menghasilkan keluaran daya cukup besar dengan efisiensi yang tinggi?
4. Perlunya penelusuran terkait komponen aktif yang digunakan sesuai dengan spesifikasi untuk mendapatkan penguat daya pada frekuensi L-Band SAR. Bagaimana mencari komponen aktif yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan?

1.3 Asumsi dan Batasan Masalah

1.3.1 Asumsi

Asumsi yang digunakan pada tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Menggunakan penguat daya kelas E dengan komponen aktif berperan sebagai *switch*.
2. Sinyal masukan berupa *chirp pulse* dengan daya masukan sebesar 0 dBm.
3. Ketinggian sistem pemancar pada *Synthetic Aperture Radar* terhadap permukaan bumi berjarak 700 km (orbit LEO).
4. Efisiensi penguat daya ditinjau pada penguat daya dua tingkat.

1.3.2 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini dilakukan pembatasan masalah agar kajian tugas akhir ini dapat terfokus pada spesifikasi dan fungsi yang dibutuhkan. Batasan masalah pada tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Perancangan dan realisasi penguat daya hanya dikhususkan untuk aplikasi *L-Band* SAR.
2. Tugas akhir ini fokus pada subsistem penguat daya pada blok sistem pemancar SAR.
3. Klasifikasi penguat daya yang digunakan merupakan penguat daya kelas E.
4. Komponen aktif yang digunakan yaitu Transistor Pseudomorphic HEMT (p-HEMT) MMG15241H.
5. *Power gain* yang digunakan pada kondisi kestabilan stabil mutlak tanpa syarat dalam kasus *bilateral*.
6. Menggunakan aplikasi ADS (*Advanced Design System*) sebagai simulator.
7. Spesifikasi penguat yang dirancang berupa [1] [7]:
 - a. Frekuensi tengah : 1,27 GHz
 - b. Daya *input* : 0 dBm
 - c. Daya *output* : 23 dBm
 - d. Penguatan satu tingkat : ≥ 16 dB
 - e. Penguatan dua tingkat : ≥ 7 dB
 - f. Impedansi *input* dan *output* : 50 Ω
 - g. *Return loss* : ≤ -10 dB

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Perancangan dan implementasi penguat daya ini bertujuan untuk:

1. Merancang dan merealisasikan penguat daya dengan spesifikasi yang dibutuhkan dalam aplikasi L-Band SAR.

2. Merancang dan merealisasikan penguat daya untuk aplikasi L-Band SAR dengan dimensi yang kecil.
3. Menganalisis efisiensi yang dihasilkan pada penguat daya dua tingkat untuk kelas E.

1.4.2 Manfaat

Manfaat yang diberikan dari tugas akhir ini adalah memberikan rumusan penggunaan penguat daya kelas E dengan efisiensi yang tinggi sehingga memberikan keluaran daya yang cukup besar untuk pengiriman *chirp pulse* pada blok sistem pengirim *Synthetic Aperture Radar* dengan kompleksitas rangkaian yang sederhana.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi dalam proses penyelesaian tugas akhir ini meliputi beberapa tahap sebagai berikut:

1. Studi literatur

Metode ini merupakan metode pemahaman konsep dan teori yang digunakan untuk mengetahui *device* yang dibuat, hal ini berkaitan dengan perancangan penguat daya kelas E, memahami spesifikasi pada sistem SAR, dan teori yang berkaitan.

2. Metode *history*

Metode ini memperhatikan data lampau yang pernah diujikan dari perangkat HPA yang pernah dibuat untuk memecahkan masalah pada tugas akhir ini, dalam hal ini data lampau diambil dari perancangan penguat daya pada penelitian sebelumnya.

3. Tahap perancangan dan optimalisasi

Setelah studi literatur dan *history* dilakukan, dilanjutkan dengan proses perancangan berdasarkan teori yang telah didapatkan dan perancangan dilakukan secara keseluruhan. Kemudian dilakukan optimalisasi untuk mendapatkan hasil sesuai dengan spesifikasi berdasarkan desain yang dinilai paling sesuai.

4. Tahap realisasi

Pada tahap ini, dilakukan tahap realisasi setelah hasil simulasi penguat daya mencapai hasil yang optimal, hasil perancangan yang didapatkan dicetak pada rangkaian *Printed Circuit Board (PCB)* berdasarkan *layout* rangkaian yang telah dibuat.

5. Pengukuran dan analisis data

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan data hasil simulasi dan realisasi, pengukuran dilakukan terhadap parameter-parameter yang menentukan kualitas penguat daya kemudian dilakukan Analisa terhadap kinerja penguat daya sehingga dapat ditarik kesimpulan berdasarkan hasil percobaan dan capaian performansi untuk menjawab permasalahan pada tugas akhir ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini terbagi atas 5 bab. Pada bab pertama diawali dengan pendahuluan yang menjelaskan tentang latar belakang, tujuan, perumusan masalah, asumsi, batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi penelitian dan sistematika penulisan. Pada bab kedua berisi tentang teori yang digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir ini meliputi definisi SAR, *Radar Loss Factor*, Penguat daya kelas E, dan parameter penguat daya yang digunakan. Kemudian bab ketiga berisi tentang penjelasan mengenai perancangan penguat daya meliputi penentuan spesifikasi, pemilihan transistor, hasil simulasi dan optimasi. Bab empat berisi tentang realisasi penguat daya, pengukuran penguat daya dan analisis terhadap performansi penguat daya. Bab lima berisi tentang kesimpulan dan saran dari tugas akhir ini.