

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi komunikasi satelit telah mengubah cara kita berinteraksi dan bertukar informasi di seluruh dunia. Salah satu komponen kunci dalam sistem komunikasi satelit adalah antena, yang berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal. Antena parabola biasanya digunakan untuk aplikasi komunikasi satelit, televisi satelit, sistem navigasi satelit, dan radioastronomi. Keuntungan dari antena parabola adalah bahwa mereka dapat mengumpulkan sinyal dengan efisiensi yang tinggi dan dapat memfokuskan sinyal pada titik fokus yang kecil sehingga resolusi antena sangat baik (Alexopoulos, 2022). Namun, antena parabola memiliki permukaan yang melengkung maka sulit dibuat dengan mengembangkan antena *reflectarray* memiliki keuntungan ukuran yang kecil, mudah digunakan dan rendah biaya (Inam, 2010). Seiring dengan itu, dalam konteks *C-Band*, yang mencakup rentang frekuensi 4 hingga 8 GHz, kebutuhan antena yang efisien menjadi sangat krusial.

Selanjutnya, dalam konteks frekuensi *C-Band*, yang mencakup rentang frekuensi 4 hingga 8 GHz, kebutuhan akan antena yang efisien dan berkinerja tinggi menjadi sangat krusial. Pada penelitian (Yuniarti, 2013) Dalam sistem komunikasi satelit, pita frekuensi merujuk pada rentang tertentu dalam spektrum frekuensi yang dibatasi oleh frekuensi minimum dan maksimum. Dari berbagai pilihan yang tersedia, *C-Band* dan *Ku-Band* merupakan pita frekuensi komersial yang paling umum dimanfaatkan. Secara umum, *C-Band* mencakup frekuensi antara 4 hingga 8 GHz dan banyak digunakan untuk layanan tetap seperti jaringan PSN, koneksi *internet trunking*, serta *mobile feeder link*.

Oleh karena itu, menurut (Rambe & Abdillah, 2014), antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antena yang berkembang seiring kemajuan teknologi telekomunikasi. Antena ini terdiri dari elemen konduktor logam yang ditempelkan di atas *ground plane* dengan lapisan bahan dielektrik di antaranya. Keunggulan utama dari antena mikrostrip adalah bobotnya yang ringan, kemudahan dalam proses fabrikasi, sifat konformal yang memungkinkan pemasangannya di berbagai

jenis permukaan, serta ukurannya yang relatif kecil dibandingkan antenna konvensional lainnya. Berkat karakteristik tersebut, antenna mikrostrip sangat sesuai untuk diaplikasikan pada perangkat telekomunikasi *modern* yang cenderung berukuran mini. Meski demikian, antenna ini juga memiliki keterbatasan, seperti lebar pita frekuensi (*bandwidth*) yang sempit, *gain* dan *directivity* yang rendah, serta efisiensi yang tidak terlalu tinggi.

Secara umum, antenna mikrostrip *reflectarray* ini dikenal karena kemampuannya untuk menghasilkan pola radiasi yang baik dan efisiensi tinggi dalam ukuran yang relatif *compact* (Garg, 2001). Penggunaan *U-patch* sebagai elemen desain dalam antenna mikrostrip *reflectarray* dapat memberikan keuntungan tambahan dalam hal *bandwidth* dan *gain* (Ray, 2003).

Oleh karena itu, optimasi kinerja antenna mikrostrip *reflectarray* dengan *U-patch* untuk frekuensi *C-Band* menjadi fokus penting dalam penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengoptimalkan desain antenna dengan menggunakan metode desain alternatif untuk mencapai kinerja yang optimal. Evaluasi dilakukan melalui pengukuran langsung dan analisis desain, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi antenna untuk komunikasi satelit. Di sisi lain, teknik *Split Ring Resonator* juga banyak digunakan untuk meningkatkan kinerja antenna.

Maka dari itu, teknik *Split Ring Resonator* juga banyak digunakan untuk meningkatkan kinerja antenna. *Split Ring Resonator* adalah struktur metamaterial yang dapat digunakan untuk memodifikasi karakteristik radiasi antenna, seperti meningkatkan *gain* atau *bandwidth*. Dengan menggabungkan teknologi *reflectarray* dan *Split Ring Resonator*, diharapkan dapat diperoleh antenna dengan kinerja optimal, khususnya untuk aplikasi komunikasi satelit di frekuensi *C-band*.

Seperti penelitian sebelumnya yang telah menunjukkan efektivitas penggunaan *reflectarray* dalam meningkatkan *gain* antenna, Penelitian pertama oleh (Velly, 2020) berjudul "*A Reflectarray Microstrip Antenna with Rectangular Ring and Cross Patch at 28 GHz*" mengusulkan desain antenna mikrostrip *reflectarray* dengan struktur *rectangular ring* dan *cross patch* pada frekuensi 28 GHz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa antenna ini memiliki kinerja yang baik, ditandai dengan rendahnya rugi daya dan arus balik, serta efisiensi radiasi yang tinggi. Selain

itu, antenna mampu memusatkan pancaran gelombang elektromagnetik ke arah tertentu dengan distribusi fasa mencapai 340 derajat, serta mampu meningkatkan *gain* hingga 22,81 dBi

Lalu penelitian yang dilakukan oleh (Najvia & Bashir, 2021), berjudul "*Broadband Reflectarray Antenna with High Gain for X-Band (8 to 12 GHz) Applications*", mengusulkan desain antenna *reflectarray* berbentuk cincin heksagonal dengan lubang segitiga di bagian tengah. Antena ini dirancang untuk bekerja dalam rentang frekuensi *X-band*, yaitu antara 8 hingga 12 GHz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa antenna ini mampu menghasilkan *bandwidth* lebar sebesar 39,6% pada penurunan *gain* sebesar 3 dB. Selain itu, efisiensi *aperture* meningkat seiring bertambahnya jarak antara sumber dan permukaan *reflectarray*, meskipun hal ini mengakibatkan penurunan pada *bandwidth* dan efisiensi radiasi. Antena tersebut juga menunjukkan kinerja yang baik dalam hal jarak operasi dan sensitivitas penerimaan, dengan nilai *gain* maksimum mencapai 16,98 dBi.

Dan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Widodo, 2024) Hasil penelitian diperoleh antenna *reflectarray* dengan menggunakan substrat FR-4 dengan konstanta dielektrik 4.3 dan ketebalan 1.6 dengan simulasi menggunakan CST *Microwave Studio Suite 2024* pada frekuensi 6 GHz didapat $S_{11} -23.256$ dB, *bandwidth* lebih dari 1 GHz, *VSWR* 1.147 dan *gain* 28.06 dBi.

Dalam konteks komunikasi satelit, kebutuhan *bandwidth* yang lebar menjadi sangat penting untuk mendukung kapasitas transmisi data yang tinggi. Berdasarkan peraturan menteri komunikasi dan informatika republik indonesia nomor 12 tahun 2022 tentang tabel alokasi spektrum frekuensi radio Indonesia pita frekuensi radio 3700–4200 MHz (*downlink*) dan 5925–6725 MHz (*uplink*) diutamakan untuk dinas satelit-tetap (*Fixed-Satellite Service* [FSS]) *C-band* (KOMINFO, 2022). Yang mencakup total *bandwidth* sebesar 800 MHz. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, penetapan target *bandwidth* minimal ≥ 800 MHz ditujukan agar antenna yang dirancang mampu mencakup keseluruhan kanal *uplink* secara penuh oleh karena itu, *bandwidth* antenna yang lebih lebar dari alokasi spektrum harus ditafsirkan sebagai potensi kerja teknis, namun dalam implementasi nyata perlu dilakukan pembatasan atau penggunaan *filter bandpass* untuk memastikan bahwa antenna hanya memancarkan dan menerima sinyal dalam rentang

frekuensi yang diperbolehkan. Hal ini penting untuk menghindari interferensi dengan sistem lain dan agar sesuai dengan regulasi spektrum nasional dan internasional agar sesuai ketentuan regulasi tersebut. Selain itu, pencapaian *bandwidth* yang lebar juga menunjukkan kemampuan antenna untuk bekerja secara efektif pada berbagai frekuensi dalam rentang operasionalnya, sehingga meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi sistem komunikasi satelit. Dengan demikian, penetapan *bandwidth* ≥ 800 MHz dalam penelitian ini bukanlah pembatasan performa, melainkan sebagai standar *minimum* untuk menjamin kompatibilitas dengan sistem komunikasi satelit nasional.

Dengan adanya optimasi ini, diharapkan antenna *reflectarray* yang dikembangkan mampu meningkatkan kinerja komunikasi satelit dengan *gain* yang lebih tinggi dan efisiensi radiasi yang lebih baik. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi antenna modern yang lebih efisien dan aplikatif untuk kebutuhan telekomunikasi di masa depan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang dikemukakan diatas, peneliti mendapatkan masalah yang timbul maka dapat diidentifikasi masalah dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Dibutuhkan cara mengoptimalkan desain antenna *reflector* yang memiliki kinerja yang lebih baik mendekati antenna berbentuk parabolik.
2. Antena pada frekuensi *C-Band* banyak digunakan sehingga butuh antenna yang mudah difabrikasi dan memiliki kinerja tinggi.
3. Kinerja antenna dipengaruhi oleh beberapa parameter
4. Pengaruh kombinasi desain seperti dimensi *U-patch*, *Split Ring Resonator* serta teknik *array* terhadap kinerja antenna dalam hal *gain* masih belum dieksplorasi.

1.3 Pembatasan Masalah

Setelah meninjau latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan, maka penelitian ini perlu dibatasi agar tidak meluas dan tetap terarah sesuai dengan judul yang telah dibuat, maka penelitian ini dibatasi pada :

1. Frekuensi Operasi penelitian ini hanya akan memfokuskan pada antenna *microstrip reflectarray* yang dirancang untuk beroperasi pada frekuensi *C-Band*, yaitu dalam 6 GHz.
2. Optimasi yang dilakukan hanya akan difokuskan pada peningkatan *gain*, dengan karakteristik $gain \geq 28$ dBi, $S_{11} \leq -10$ dB, $VSWR \leq 2$, $Bandwidth \geq 800$ MHz.
3. Penelitian hanya melibatkan antenna *U-patch*.
4. Pengujian dilakukan pada perangkat lunak CST *Microwave Studio Suite 2023*.

Dengan adanya pembatasan ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan fokus yang jelas pada desain, optimasi, dan pengujian antenna mikrostrip *reflectarray* dengan elemen *U-patch* dan *Split ring resonator* untuk aplikasi komunikasi satelit pada frekuensi *C-Band*, serta memberikan kontribusi praktis dan ilmiah yang bermanfaat dalam bidang ini.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, serta pembatasan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat ditentukan perumusan masalah pada penelitian ini, yaitu Bagaimana cara mengoptimalkan kinerja *gain* antenna *reflector* pada frekuensi 6 GHz dengan menggunakan teknik rekayasa *U-patch* dan penambahan *Split Ring Resonator*?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah dapat merancang dan menganalisis optimasi *gain* antenna mikrostrip *reflectarray* dengan *U-patch* dan *split ring resonator* untuk jaringan komunikasi satelit pada frekuensi *c-band*.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini ialah:

1. Kontribusi ilmiah memberikan wawasan baru dalam desain antenna mikrostrip *reflectarray* dengan elemen *U-patch* dan *split ring resonator* pada frekuensi *C-Band*, serta evaluasi metode *U-patch* dan *Split ring resonator*.

2. Mengembangkan teknologi di bidang telekomunikasi dengan membuat antena mikrostrip *reflectarray* yang mampu bekerja pada frekuensi tinggi, menghasilkan *gain* yang besar, memiliki kinerja mendekati antena *reflector* parabola konvensional, serta memiliki kinerja yang lebih baik dari sebelumnya.

