

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi komunikasi nirkabel saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Kebutuhan akan sistem komunikasi yang mampu mentransfer data dengan kecepatan tinggi, kapasitas besar, dan efisiensi tinggi menjadi faktor utama dalam evolusi jaringan nirkabel generasi terbaru. Salah satu teknologi yang merepresentasikan kemajuan tersebut adalah Wi-Fi 6E (IEEE 802.11ax) yang beroperasi pada pita frekuensi 6 GHz sebagai pengembangan dari Wi-Fi 6 dan jaringan WLAN generasi sebelumnya [1-2]. Implementasi Wi-Fi 6E membuka tambahan spektrum selebar 1200 MHz pada rentang 5,925-7,125 GHz sehingga mampu mendukung berbagai aplikasi berkecepatan tinggi seperti streaming video 4K/8K, komunikasi real-time berlatensi rendah, dan perangkat Internet of Things (IoT) [2]. Untuk dapat memanfaatkan keunggulan tersebut secara optimal, dibutuhkan antena yang mampu bekerja pada pita 6 GHz dengan karakteristik *bandwidth* lebar, gain memadai, dan pola radiasi yang stabil.

Antena mikrostrip menjadi salah satu kandidat utama pada perangkat Wi-Fi 6E karena memiliki bentuk yang tipis, ringan, mudah difabrikasi, serta dapat diintegrasikan langsung pada papan sirkuit tercetak atau Printed Circuit Board (PCB) [3-4]. Antena mikrostrip banyak digunakan karena bersifat low-profile, berbiaya rendah, dan kompatibel dengan teknologi rangkaian terpadu. Meskipun demikian, antena mikrostrip dasar tanpa teknik peningkatan performa memiliki keterbatasan berupa *bandwidth* yang relatif sempit dan gain yang belum optimal, terutama ketika menggunakan substrat FR-4 yang bersifat lossy pada frekuensi microwave [4-5]. Oleh karena itu, diperlukan teknik peningkatan performa yang tepat agar antena dapat memenuhi lebar pita spektrum Wi-Fi 6E tanpa menggunakan konfigurasi larik (array) yang lebih kompleks.

Salah satu teknik modifikasi geometri *patch* yang efektif untuk memperlebar pita frekuensi adalah teknik *circular slot*, yaitu pemotongan celah berbentuk lingkaran pada elemen *patch*. Celah sirkular memodifikasi aliran arus permukaan pada *patch*, memunculkan beberapa mode resonansi baru yang saling berdekatan, dan meningkatkan impedance *bandwidth* antenna [5-6]. Selain rekayasa pada elemen *patch*, modifikasi bidang *ground* melalui teknik *partial ground plane* juga berperan penting. Teknik ini mengubah distribusi arus balik pada *ground*, mengatur pencocokan impedansi, dan dapat memperlebar pita frekuensi kerja antenna [6-7].

Berdasarkan studi terhadap berbagai penelitian terdahulu, kombinasi teknik *circular patch*, *circular slot*, dan *partial ground plane* masih dapat dikembangkan lebih lanjut untuk aplikasi Wi-Fi 6E berbasis substrat FR-4. Penelitian ini berfokus pada perancangan antenna mikrostrip *circular patch* menggunakan *circular slot* dan *partial ground* untuk peningkatan *bandwidth* pada Wi-Fi 6E. Rancangan awal dibuat terlebih dahulu dalam bentuk antenna *circular patch* tanpa *circular slot* dan dengan *full ground plane* agar peningkatan performa desain akhir dapat dibandingkan secara objektif terhadap desain pembandingan. Pendekatan penggunaan rancangan awal sebagai pembandingan merujuk pada Chakraborty dkk. [12], yang membandingkan antenna *circular patch* awal dengan antenna setelah penerapan *partial ground plane* dan *circular slot* untuk peningkatan *bandwidth*.

1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana merancang antenna mikrostrip *circular patch* berbasis substrat FR-4 yang mampu bekerja pada pita frekuensi Wi-Fi 6E (5,925-7,125 GHz)?
- Bagaimana menentukan dimensi awal *circular patch*, saluran pencatu $50\ \Omega$, substrat, dan *ground plane* berdasarkan rumus perancangan antenna mikrostrip?
- Bagaimana pengaruh modifikasi geometri *patch* menggunakan teknik *circular slot* terhadap peningkatan *bandwidth* dan karakteristik resonansi antenna?
- Bagaimana kontribusi teknik *partial ground plane* terhadap pelebaran *bandwidth* dan perbaikan nilai impedansi masukan antenna?

- Bagaimana karakteristik akhir antenna yang dihasilkan ditinjau dari parameter utama berupa S11, VSWR, *bandwidth*, gain, pola radiasi, dan efisiensi radiasi?

1.3 Tujuan Penelitian

- Merancang antenna mikrostrip *circular patch* berbasis substrat FR-4 yang dapat bekerja pada rentang frekuensi Wi-Fi 6E (5,925-7,125 GHz).
- Menentukan dimensi awal *circular patch*, saluran pencatu 50 Ω , substrat, dan *ground plane* berdasarkan rumus teoritis antenna mikrostrip.
- Menganalisis pengaruh modifikasi geometri *patch* menggunakan teknik *circular slot* terhadap peningkatan *bandwidth* dan karakteristik resonansi antenna.
- Menganalisis kontribusi penggunaan partial *ground plane* terhadap pelebaran *bandwidth* serta perbaikan karakteristik pencocokan impedansi antenna mikrostrip.
- Mengevaluasi performa akhir antenna berdasarkan parameter return loss, VSWR, *bandwidth*, gain, dan pola radiasi untuk aplikasi perangkat klien Wi-Fi 6E.

1.4 Batasan Masalah

- Antena yang dirancang merupakan antenna mikrostrip berbentuk *circular patch* menggunakan substrat FR-4 dengan konstanta dielektrik relatif $\epsilon_r = 4,4$ dan ketebalan $h = 1,6$ mm.
- Perancangan antenna difokuskan untuk bekerja pada pita frekuensi Wi-Fi 6E, yaitu 5,925-7,125 GHz, dengan frekuensi tengah awal 6,525 GHz.
- Rancangan awal merupakan *circular patch* tanpa *circular slot* dengan full *ground plane*, belum menggunakan *partial ground*.
- Teknik peningkatan *bandwidth* yang diterapkan dibatasi pada *circular slot* pada *patch* dan partial *ground plane* pada lapisan bawah antenna.
- Analisis performa antenna meliputi parameter S11, VSWR, *bandwidth*, gain dan pola radiasi.

1.5 Manfaat Penelitian

- Menyediakan kontribusi ilmiah dalam pengembangan antena mikrostrip untuk aplikasi Wi-Fi 6E melalui penerapan kombinasi teknik *circular slot* dan *partial ground* pada substrat FR-4.
- Menyediakan informasi mengenai pengaruh *circular slot* dan *partial ground* terhadap pencocokan impedansi, lebar pita frekuensi, gain, dan pola radiasi antena.
- Menghasilkan rancangan antena fisik berbiaya rendah yang dapat direalisasikan melalui teknologi PCB komersial untuk perangkat Wi-Fi 6E.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini terdiri atas:

- BAB I PENDAHULUAN: memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
- BAB II TINJAUAN PUSTAKA: memuat teori antena mikrostrip circular patch, substrat FR-4, parameter kinerja antena, saluran pencatu, circular slot, partial ground plane, dan pita frekuensi Wi-Fi 6E.
- BAB III METODOLOGI PENELITIAN: memuat diagram alir, spesifikasi target, perhitungan dimensi awal, pemodelan, simulasi, dan optimasi parameter antena.
- BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN: memuat hasil optimasi dimensi, penerapan circular slot dan partial ground, evaluasi rancangan akhir, serta pembahasan pengaruh setiap modifikasi.

BAB V PENUTUP: memuat kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.