

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di era modern, perkembangan teknologi informasi dan komunikasi mengalami peningkatan yang sangat pesat, khususnya pada teknologi komunikasi nirkabel (*wireless*). Seiring dengan hal tersebut, kebutuhan masyarakat terhadap akses informasi yang cepat dan stabil juga semakin meningkat, terutama dengan mobilitas pengguna yang tinggi. Teknologi *Long Term Evolution* (LTE) dikembangkan sebagai solusi komunikasi broadband yang mampu memberikan performa tinggi dengan kecepatan data hingga 300 Mbps pada sisi *downlink* dan 75 Mbps pada sisi *uplink* [1].

Di Indonesia, layanan LTE beroperasi pada beberapa pita frekuensi utama, yaitu 900 MHz, 1800 MHz, dan 2300 MHz, yang digunakan oleh operator seluler seperti Telkomsel dalam penyelenggaraan jaringan 4G LTE [2], [3]. Pita frekuensi tersebut terbagi ke dalam dua mode, yaitu *Frequency Division Duplex* (FDD) yang umumnya menggunakan frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz, serta *Time Division Duplex* (TDD) yang menggunakan frekuensi 2300 MHz. Masing-masing pita frekuensi memiliki karakteristik propagasi yang berbeda, di mana frekuensi rendah seperti 900 MHz memiliki jangkauan cakupan yang lebih luas dan kemampuan penetrasi yang lebih baik terhadap hambatan, sedangkan frekuensi tinggi seperti 2300 MHz mampu menyediakan kapasitas data yang lebih besar namun dengan jangkauan yang lebih terbatas [4].

Perbedaan karakteristik propagasi tersebut berdampak langsung terhadap kualitas sinyal LTE di lapangan, terutama pada wilayah pelayaran seperti jalur Tanjungpinang–Batam. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan pada 18 Oktober 2025 di jalur pelayaran Tanjung Pinang–Batam menggunakan kapal ferry dengan *router* Orbit Telkomsel, diperoleh nilai rata-rata *Reference Signal Received Power* (RSRP) sebesar -107,3 dBm, *Reference Signal Received Quality* (RSRQ) sebesar -13,6 dB, serta *Signal to Interference Noise Ratio* (SINR) sebesar -0,83 dB. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa kualitas sinyal LTE pada jalur pelayaran masih tergolong kurang optimal [5], sehingga diperlukan upaya peningkatan kualitas penerimaan sinyal, salah satunya melalui penggunaan antena

eksternal yang memiliki performa lebih baik. Salah satu solusi yang banyak dikembangkan untuk meningkatkan kualitas sinyal adalah penggunaan antena mikrostrip, yang memiliki keunggulan berupa ukuran yang kompak, biaya rendah, serta kemudahan integrasi dengan perangkat komunikasi [6]. Namun, antena mikrostrip konvensional memiliki beberapa keterbatasan, terutama pada *bandwidth* yang relatif sempit yang umumnya hanya berkisar antara 2% hingga 5% dari frekuensi kerjanya [7].

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan antena mikrostrip dengan berbagai pendekatan guna mengatasi keterbatasan tersebut. Penelitian oleh Ansari dan Kumar [8], menyatakan bahwa desain antena *annular ring* mampu beresonansi pada multi-frekuensi di pita *Super High Frequency* (SHF). Selanjutnya, Al-tumah [9], mengembangkan struktur *double annular ring* yang mampu menghasilkan karakteristik *multiband* melalui kopling elektromagnetik antar cincin. Selain itu, Erbaş [10], menunjukkan bahwa penambahan *slot* pada struktur antena mikrostrip dapat memperpanjang jalur arus permukaan, yang mempengaruhi frekuensi resonansi antena, sedangkan Prasojo et al., [11], menyatakan bahwa perubahan dimensi *groundplane* mempengaruhi tingkat keselarasan (*matching*) antara impedansi *feedline* antena dengan impedansi kabel yang akan digunakan.

Selain itu, Yungka dan Widiyanto (2023) [12], juga menjelaskan bahwa nilai RSRP di bawah -100 dBm dikategorikan sebagai kondisi buruk yang dapat menurunkan kualitas layanan secara signifikan. Meskipun beberapa penelitian telah dilakukan, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada simulasi dan pengujian laboratorium. Penelitian mengenai implementasi antena mikrostrip *double annular ring* pada perangkat LTE komersial serta pengujiannya di jalur perairan masih sangat terbatas. Kondisi tersebut menyebabkan kinerja antena pada lingkungan perairan belum dapat dievaluasi secara komprehensif. Oleh karena itu, penelitian ini melakukan pengujian pada jalur pelayaran Tanjung Pinang–Batam untuk mengevaluasi kemampuan antena dalam meningkatkan kualitas sinyal LTE pada kondisi operasional yang sebenarnya.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan kualitas sinyal yang tidak stabil pada jalur pelayaran Tanjungpinang–Batam, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah.

1. Bagaimana merancang antenna mikrostrip *double annular ring multiband* yang bekerja pada frekuensi 900 MHz, 1800 MHz, dan 2300 MHz?
2. Bagaimana performa antenna mikrostrip *double annular ring multiband* berdasarkan parameter *Return Loss*, *VSWR*, *gain*, dan *pola radiasi*?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan antenna mikrostrip *double annular ring multiband* terhadap peningkatan kualitas sinyal *Router Orbit* Telkomsel berdasarkan parameter *RSSI*, *RSRP*, *RSRQ*, dan *SINR* pada jalur pelayaran Tanjungpinang–Batam?

C. Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada beberapa ruang lingkup sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada perancangan dan pengujian antenna mikrostrip *double annular ring multiband* untuk aplikasi LTE.
2. Frekuensi kerja antenna dibatasi pada pita 900 MHz, 1800 MHz, dan 2300 MHz.
3. Substrat yang digunakan adalah PCB FR-4 epoxy dengan konstanta dielektrik (ϵ_r) 4,3 dan ketebalan 1,6 mm.
4. Parameter performa antenna yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), *Return Loss*, *gain*, dan *pola radiasi*.
5. Parameter kualitas sinyal LTE yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi nilai *RSSI* (*Received Signal Strength Indicator*), *Reference Signal Received Power* (RSRP), *Reference Signal Received Quality* (RSRQ), dan *Signal to Interference Noise Ratio* (SINR).
6. Penelitian ini tidak membahas konfigurasi BTS (*Base Transceiver Station*), manajemen spektrum, maupun pengaruh kondisi cuaca dan atmosfer terhadap propagasi gelombang radio.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah.

1. Merancang antenna mikrostrip *double annular ring multiband* yang bekerja pada frekuensi 900 MHz, 1800 MHz, dan 2300 MHz.
2. Menganalisis performa antenna mikrostrip *double annular ring multiband* berdasarkan parameter *Return Loss*, *VSWR*, *gain*, dan pola radiasi.
3. Menganalisis peningkatan kualitas sinyal *Router Orbit* Telkomsel setelah menggunakan antenna mikrostrip *double annular ring multiband* berdasarkan parameter *RSSI*, *RSRP*, *RSRQ*, dan *SINR* pada jalur pelayaran Tanjungpinang–Batam.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis, praktis, maupun akademis. Secara teoritis, penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan ilmu di bidang antenna, khususnya terkait perancangan antenna mikrostrip *double annular ring multiband* serta analisis kinerja antenna dan kualitas sinyal menggunakan parameter *RSRP*, *RSRQ*, dan *SINR*. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi alternatif dalam meningkatkan kualitas sinyal *Router Orbit* Telkomsel, terutama pada wilayah pelayaran seperti jalur Tanjung Pinang–Batam yang memiliki tantangan terhadap kestabilan jaringan komunikasi. Selain itu, secara akademis, penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan teknologi antenna mikrostrip maupun sistem peningkatan kualitas sinyal komunikasi nirkabel.