

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem komunikasi semakin berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan layanan telekomunikasi terutama di bidang teknologi komunikasi seluler. Peningkatan kebutuhan masyarakat akan layanan internet dan munculnya teknologi-teknologi baru yang berbasis IoT (*Internet of Thing*) dan AI (*Artificial Intelligence*) mendorong teknologi komunikasi seluler untuk selalu berkembang. Hal ini pun menyebabkan terciptanya teknologi 5G yang dirancang dapat mendukung kinerja inovasi-inovasi baru tersebut dan memberikan kecepatan internet yang jauh lebih tinggi. Di Indonesia pun, teknologi 5G sedang dalam tahap pengembangan dan mulai diimplementasikan oleh beberapa operator telekomunikasi.

Teknologi 5G merupakan teknologi seluler generasi kelima yang memberikan kecepatan internet yang lebih cepat dari generasi sebelumnya hingga 20 kali lipat. Teknologi ini menjanjikan kecepatan internet seluler yang menyamai kecepatan Wi-Fi bagi para penggunanya. Jaringan 5G jauh lebih andal dan lebih cepat daripada jaringan 4G saat ini [1]. Teknologi 5G dirancang untuk meningkatkan kecepatan, mengurangi latensi, dan meningkatkan fleksibilitas layanan nirkabel. Oleh karena itu, dibutuhkan alokasi spektrum frekuensi setidaknya di tiga lapisan, yaitu *low band*, *middle band*, dan *high band* agar layanan 5G lebih optimal [2].

Semakin banyaknya kebutuhan akan komunikasi seluler membuat pengembang selalu berupaya meningkatkan kinerja 5G. Meskipun memiliki banyak kelebihan, teknologi 5G memiliki keterbatasan dalam hal jangkauan jaringan. Untuk dapat mengatasi kelemahan tersebut, 5G dapat menerapkan teknologi MIMO yang dilengkapi dengan teknologi *beamforming* sehingga mampu memusatkan transmisi sinyal yang dikirim secara searah dalam jangkauan yang luas. Teknologi *beamforming* ini digunakan untuk mengurangi interferensi di antara antena-antena MIMO [3].

Salah satu jaringan *beamforming* yang digunakan yaitu *Butler Matrix*. Jaringan *Butler Matrix* ini terdiri atas 3 komponen utama, yaitu *hybrid coupler*, *phase shifter*, dan *crossover* [3]. *Hybrid coupler* merupakan salah satu komponen pasif yang terdiri atas 4 *port* dan dapat digunakan sebagai *power divider* ataupun *power combiner*. *Hybrid coupler* berfungsi untuk membagi sinyal sehingga dapat menghasilkan dua buah sinyal keluaran dengan besar yang sama, tapi memiliki perbedaan fase sebesar 90° ataupun 180° [4].

Beberapa penelitian dilakukan untuk mengembangkan perancangan *hybrid coupler* seperti melakukan modifikasi menggunakan beberapa bentuk dan teknik

agar dapat meningkatkan kinerja *coupler* pada berbagai alokasi frekuensi. Diantaranya, pada penelitian [5], *hybrid coupler* dirancang dalam bentuk *compact* pada frekuensi tengah 1.8 GHz menggunakan substrat FR4 Epoxy dengan hasil perancangan diperoleh nilai *return loss/reflection loss* sebesar -22.5 dB, nilai *isolation loss* sebesar -27.2 dB, dan *phase coupling* sebesar 88.9°. Pada penelitian [6], dirancang dan difabrikasi *hybrid coupler* dengan bentuk *meandered* dan *spiral* pada frekuensi 1.8 GHz – 3.6 GHz menggunakan substrat (ZrSn)TiO₄. Pada *hybrid coupler* dengan bentuk *meandered* didapatkan nilai *return loss* di bawah -15 dB, nilai *insertion loss* sebesar -4.5 dB, dan *phase coupling* sebesar 93±2°. Pada *hybrid coupler* dengan bentuk *spiral* didapatkan nilai *return loss* di bawah -15 dB, nilai *insertion loss* sebesar -3.8 dB, dan *phase coupling* sebesar 90±2°. Pada penelitian [7], *hybrid coupler* dirancang menggunakan substrat FR4 Epoxy pada frekuensi 2.45 GHz dengan nilai *return loss* sebesar -18,27 dB, *isolation loss* sebesar -24,04 dB, *phase coupling* sebesar 91.33°, dan *magnitude coupling* sebesar -4.443. Pada penelitian [8], *hybrid coupler* dirancang pada frekuensi 2.3 GHz dengan nilai *return loss* sebesar -37,08 dB dengan *bandwidth* sebesar 360 MHz atau sekitar 15,6%.

Pada penelitian [9], dirancang *rat-race coupler* dengan teknik *coupled-line* yang dihubung singkat untuk memperkecil ukuran dan meningkatkan *bandwidth coupler*. Penelitian [10] melakukan modifikasi bentuk dari [9] dengan menambah dua stub *quarter-wave* yang dihubung singkat dan digunakan untuk desain *balanced mixer* dengan isolasi LO ke RF yang tinggi. Pada penelitian [11], diusulkan *hybrid coupler* dengan penerapan *broadband coupler* dan *miniaturizing coupler*. *Broadband coupler* dirancang menjadi bentuk *two-section* untuk mendapatkan peningkatan *bandwidth* dari *coupler* konvensional. *Bandwidth* yang didapatkan meningkat sebesar 23,12% dari 200 MHz menjadi 755 MHz pada frekuensi 2,4 GHz. Sedangkan pada *miniaturized coupler* menggunakan teknik *Koch fractal* untuk memperkecil dimensi dan meningkatkan *bandwidth*. Dimensi *coupler* berhasil diperkecil menjadi 1204,68 mm² dari 1297,24 mm² dan *bandwidth* yang didapatkan meningkat sebesar 17,1% dari *coupler* konvensional. Dalam [12][13], *coupler* juga dirancang dengan melakukan memodifikasi bentuknya menjadi multi-bagian atau multi-*section* untuk mendapatkan karakteristik pita lebar.

Berdasarkan pemaparan di atas, pada tugas akhir ini dilakukan perancangan *quadrature hybrid coupler*. *Hybrid coupler* dirancang dengan beda fase sebesar 90° pada band N40 5G (2.3 GHz – 2.4 GHz) menggunakan substrat FR4 Epoxy yang memiliki konstanta dielektrik sebesar 4.3 dengan ketebalan 1.6 mm. *Hybrid coupler* dirancang menggunakan saluran mikrostrip. Penggunaan saluran mikrostrip ini memiliki kelemahan, yaitu *bandwidth* yang dihasilkan sempit. Oleh karena itu, *hybrid coupler* akan dirancang dengan modifikasi bentuk konvensional menjadi *coupler* dua-bagian agar dapat meningkatkan *bandwidth* pada rancangan. Selain melakukan simulasi pada rancangan modifikasi, peneliti juga akan mensimulasikan rancangan *hybrid coupler* konvensional. Hal ini dilakukan untuk dapat

membandingkan kinerja dari *coupler* modifikasi terhadap bentuk konvensional. Rancangan *coupler* ini akan disimulasikan menggunakan *software* CST Studio Suite 2019.

1.2 Rumusan Masalah

Pada tugas akhir ini, beberapa rumusan masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang suatu *hybrid coupler* mikrostrip dengan modifikasi bentuk *two-section* yang dapat bekerja di berbagai alokasi *band* pada teknologi 5G?
2. Bagaimana kinerja *hybrid coupler* yang dirancang dari segi *reflection loss*, *isolation loss*, *insertion loss*, *phase coupling*, *magnitude coupling*, dan *bandwidth*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk merancang suatu *hybrid coupler* mikrostrip dengan modifikasi bentuk *two-section* pada lengan *coupler* agar didapatkan peningkatan *bandwidth* serta memiliki kinerja s-parameter yang baik sehingga dapat diaplikasikan di berbagai alokasi *band* pada teknologi 5G dengan fokus perancangan pada *band* N40 (2,3 GHz – 2,4 GHz).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dari tugas akhir ini adalah rancangan *hybrid coupler* dapat menjadi referensi dan solusi yang efektif dalam pengembangan *hybrid coupler* mikrostrip yang dapat diaplikasikan dan mendukung kinerja teknologi 5G pada berbagai alokasi frekuensi termasuk pada *band* N40.

1.5 Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan *hybrid coupler* mikrostrip difokuskan pada *band* N40 (2.3 GHz – 2.4 GHz) untuk aplikasi 5G.
2. Metode perancangan yang digunakan yaitu modifikasi bentuk *hybrid coupler* konvensional menjadi bentuk *hybrid coupler* dua-bagian (*two-sections*).
3. Kriteria kinerja *hybrid coupler* yang dipertimbangkan adalah *reflection loss*, *isolation loss*, *insertion loss*, *bandwidth*, koefisien *coupling*, dan *phase coupling*.
4. Evaluasi kinerja *hybrid coupler* hanya dilakukan melalui simulasi pada *software* CST Studio Suite 2019.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai teori-teori dasar sebagai pendukung dalam penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi langkah-langkah penyelesaian penelitian dan penjelasan metode yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Bab ini berisi hasil penyelesaian masalah dan analisis dari hasil penelitian yang didapatkan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil dan analisis data serta saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

