

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Teknologi RoF adalah sinyal optik dimodulasikan pada *radio frequency* dan ditransmisikan dengan kabel serat optik ^[1]. Keuntungan yang didapat dengan menggunakan teknologi RoF adalah ^[2]: (i) rugi-rugi redaman yang rendah (ii) *bandwidth* yang lebih lebar, (iii) kebal terhadap interferensi frekuensi radio (iv) kemudahan instalasi dan pemeliharaan (v) mengurangi konsumsi daya pada RAU (*Remote Antenna Unit*) (vi) Multi-Operator dan Multi-Layanan Operasi: sistem distribusi ROF dapat membuat sinyal format transparan (vii) alokasi sumber daya yang dinamis. Dalam sistem distribusi RoF untuk lalu lintas GSM, kapasitas yang lebih dapat dialokasikan ke daerah tertentu selama waktu puncak/beban sibuk (*peak times*) dan kemudian dialokasikan ke daerah lain ketika di luar jam sibuk, sehingga didapat peningkatan kapasitas dan mobilitas serta penurunan biaya di jaringan akses.

Teknik konversi dari sinyal yang berukuran mili/mikrometer ke sinyal optik adalah kunci teknologi RoF. Teknologi RoF sangat cocok untuk komunikasi nirkabel yang menggunakan frekuensi yang tinggi, namun dengan penggunaan frekuensi yang tinggi menyebabkan rugi-rugi yang besar. Sejak *millimeter-wave* atau *quasi-millimeter-wave bands* diharapkan diterapkan secara luas oleh komunikasi nirkabel dengan *bitrate* yang tinggi, maka penting sekali untuk mengembangkan sebuah modulator optik yang dapat beroperasi secara efisien pada frekuensi yang tinggi ^[3]. Panjang gelombang sinyal optik yang biasa digunakan untuk RoF pada adalah 1,3 μm , dan 1,55 μm ^[4] yaitu pada O-band dan C-band^[5]. Struktur yang biasanya digunakan untuk modulator optik adalah struktur CPW (*Coplanar Waveguide*) dan CPS (*Coplanar Stripline*) ^[6]. Pada Tugas Akhir ini, dirancang sebuah modulator optik berbasis elektro-optik untuk frekuensi 10 GHz dengan struktur CPS berbahan kristal optik LiNbO₃ (*Lithium Niobate*). Struktur CPS umumnya digunakan untuk membuat modulator optik. Struktur CPS mudah dibuat karena kedua strip elektrodanya berada di permukaan yang sama. Kelebihan dari CPS adalah rugi – rugi yang rendah, dispersi yang kecil, tidak sensitif dengan ketebalan substrat, dan mudah untuk dirangkai *open-ended* maupun *short-ended* ^[7].

Dengan menggunakan *software* desain perangkat *microwave*, perancangan modulator optik dengan CPS berbahan kristal optik untuk aplikasi RoF pada frekuensi 10 GHz dapat dilakukan dengan lebih mudah, tepat, dan akurat.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan rancangan modulator optik berbasis elektro-optik dengan struktur CPS, dengan substrat *lithium niobate* yang dapat bekerja pada frekuensi 10 GHz. Modulator optik dikatakan sesuai dengan spesifikasi ketika *return loss* modulator optik ≤ -10 dB pada frekuensi yang telah ditentukan yaitu 10 GHz.

1.3 PERUMUSAN MASALAH

Perumusan masalah dimulai dengan pemilihan jenis modulator optik yang sesuai untuk teknologi RoF. Untuk menentukan jenis modulator optik yang sesuai untuk teknologi RoF, perlu dilakukannya pertimbangan dari tiap-tiap jenis modulator optik.

Modulator optik jenis elektro-optik linier dinilai sesuai untuk teknologi RoF karena bahan konduktor tidak dapat bekerja di frekuensi yang tinggi ^[3]. Modulator optik jenis elektro-optik linier dapat mengontrol intensitas, fasa atau polarisasi dari gelombang cahaya dengan menggunakan medan elektrik ^[8]. Untuk perancangan modulator optik, dibutuhkan bahan kristal optik dan struktur resonator untuk menginduksi medan elektrik. CPS adalah struktur yang biasa digunakan untuk modulator elektro-optik.

Perancangan modulator optik dimulai dengan menentukan spesifikasi dari CPS yaitu panjang, lebar dan jarak antara dua keping konduktor. Spesifikasi tersebut dipengaruhi oleh, frekuensi kerja modulator optik, permitivitas relatif substrat, tebal substrat, dan impedansi *input*. Setelah spesifikasi CPS telah ditentukan, kemudian dilanjutkan dengan simulasi yang menggunakan *software* tertentu. Simulasi dilakukan untuk mendapatkan spesifikasi dari CPS yang sesuai dengan spesifikasi.

1.4 BATASAN MASALAH

Dalam melakukan proses perancangan pembatasan masalah pada beberapa hal berikut diantaranya jenis modulator optik yang digunakan adalah elektro-optik dengan struktur CPS dan berbahan *lithium niobate*. *Software* digunakan untuk memudahkan proses simulasi.

Parameter yang dianalisis adalah *return loss* pada struktur CPS. Frekuensi kerja dari perangkat yang dirancang adalah 10 GHz. Impedansi *input* dari perangkat yang dirancang adalah 50 Ω dengan *return loss* yang ditoleransi sebesar -10 dB. Pembahasan Tugas Akhir ini sampai struktur CPS beresonansi pada frekuensi 10 GHz.

1.5 METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini menggunakan metode penelitian ilmu murni karena hasil yang diperoleh tidak diaplikasikan langsung pada teknologi RoF. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan perancangan. Langkah awal yang dilakukan dalam perancangan adalah dengan menentukan dimensi dari struktur CPS. Penentuan dimensi awal dilakukan dengan melakukan perhitungan matematis dengan teori perancangan CPS. Tahap selanjutnya adalah melakukan simulasi dengan *software* tertentu. Simulasi dengan menggunakan *software* tertentu bertujuan untuk mencapai rancangan yang sesuai dengan spesifikasi frekuensi kerja sebesar 10 GHz, impedansi *input* sebesar 50 Ω , dan *return loss* yang ditoleransi sebesar -10 dB.

Dalam tahap penyelesaiannya, dilakukan analisis terhadap variabel fisis yang mempengaruhi kinerja dari modulator optik. Analisis dilakukan dengan mengamati perubahan nilai variabel fisis yang mempengaruhi perubahan parameter *return loss* dan frekuensi kerja dari modulator optik. Selanjutnya pengaruh perubahan nilai variabel fisis tersebut dikaitkan dengan teori penunjang.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembahasan, metode penelitian dan sistematika penulisan. Bab I juga membahas secara umum topik Tugas Akhir ini.

BAB II TEORI PENUNJANG

Bab II menjelaskan secara umum tentang RoF, peran modulator optik pada teknologi RoF. Selain menjelaskan tentang RoF, Bab II juga menjelaskan tentang efek elektro-optik linier dan *coplanar stripline* sebagai struktur dari modulator optik.

BAB III DESAIN DAN SIMULASI MODULATOR OPTIK

Bab III membahas mengenai diagram alir perancangan modulator optik, perancangan modulator optik secara matematis, dan simulasi modulator optik dengan menggunakan *software*. Simulasi dilakukan hingga modulator optik telah mencapai hasil yang sesuai dengan spesifikasi agar selanjutnya dapat diimplementasi.

BAB IV ANALISIS SIMULASI MODULATOR OPTIK

Bab IV membahas analisis dari perancangan dan simulasi modulator optik dengan menggunakan *software*. Analisis meliputi beberapa pengaruh fisis terhadap frekuensi kerja dari modulator optik.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V berisi kesimpulan hasil analisis dan saran terhadap pengembangan yang mungkin dilakukan terhadap rancangan modulator optik yang telah dibuat pada Tugas Akhir ini.