

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Sejak awal kehidupan umat manusia hingga masyarakat pada saat ini, selalu ada kebutuhan yang kuat akan komunikasi antar sesama manusia. Komunikasi selama berabad-abad telah berkembang dari berbagai cara dan dengan cara yang berbeda. Teknologi telah berkembang jauh melampaui harapan kita beberapa tahun yang lalu dan dengan kontribusi dari berbagai bidang penelitian, memungkinkan kita untuk meningkatkan sistem komunikasi untuk kepentingan manusia. Saat ini, kita hidup dalam masyarakat yang ditandai dengan konsumsi informasi yang intens dalam kehidupan sehari-hari ini berlaku pada sebagian besar warga negara dan sebagian besar organisasi. Kebanyakan orang menggunakan teknologi untuk berbagai kegiatan pribadi, pendidikan, bisnis, dan sosial, yang memerlukan: kemampuan tinggi untuk mengirim, menerima, dan bertukar data digital dengan cepat antar tempat secara independen dari jarak jauh. Informasi telah menjadi bagian penting dari ekonomi kita saat ini dan lebih banyak orang sekarang dipekerjakan di sektor informasi untuk menangani sejumlah besar informasi yang diproduksi oleh banyak sumber, dari televisi, radio dan surat kabar hingga panggilan telepon dan internet [1].

Antena diperlukan dan digunakan dalam sistem telekomunikasi nirkabel berbasis darat seperti: seperti siaran langsung, tautan radio point-to-point, telepon seluler, jaringan area lokal, sistem dan navigasi lalu lintas tol. Mereka juga digunakan dalam sistem komunikasi satelit untuk transmisi data, video dan sinyal telepon antara stasiun bumi yang terhubung ke jaringan berbasis darat, dan untuk menyiarkan sinyal TV satelit. Antena digunakan dalam terminal *mobile* untuk bumi. Dan, sekarang kita bahkan memiliki ponsel genggam dengan antena kecil untuk menerima (dan mentransmisikan) sinyal dari (dan ke) satelit, yang meneruskan sinyal ke tanah lagi di seluruh bumi. Selanjutnya, antena diaplikasikan pada militer dan radar pengawasan sipil, seperti radar cuaca berbasis darat dan radar lalu lintas udara, dan radar pencari dan pengintai militer di udara. Ada *satellite-borne synthetic aperture radars* (SAR) untuk pengawasan dengan resolusi sangat tinggi terhadap sumber daya, polusi tanah, dan aktivitas militer dan sipil di laut dan darat (misalnya, untuk pengawasan perbatasan kapal nasional). Antena juga digunakan dalam radar ilmiah (misalnya, untuk penelitian ionosfer dan *planet*). Akhirnya, antena digunakan dalam

menerima sistem untuk astronomi radio, meteorologi, dan untuk mendeteksi sinyal dari udara.

Seni desain antenna itu istimewa dan sangat menarik karena begitu banyak disiplin ilmu yang terlibat. Antena sering kali merupakan bagian struktural terbesar dan paling mahal dari sistem gelombang mikro, dan karena alasan fisik, antena harus memiliki ukuran tertentu dalam hal panjang gelombang untuk memenuhi persyaratan filter arah sistem. Oleh karena itu, solusi antena yang baik dan ringkas memerlukan desain yang dikerjakan secara menyeluruh, baik dari sudut pandang mekanis maupun elektromagnetik. Pengetahuan tentang teknologi material dan proses manufaktur sangat dibutuhkan. Mungkin sering diinginkan (tetapi tidak selalu memungkinkan) untuk memodifikasi persyaratan sistem untuk menemukan solusi yang paling hemat biaya. Oleh karena itu, desain antena canggih dan optimal melibatkan rekayasa sistem, rekayasa mesin, dan rekayasa elektromagnetik.

Antena horn adalah pandu gelombang (*waveguide*) yang telah dibentangkan ke lubang yang lebih besar. Jenis, arah dan sudut suar dapat memiliki efek besar pada kinerja keseluruhan elemen sebagai radiator. Variasi bentuk dan ukuran terhubung ke banyak aplikasi praktis seperti dari sistem komunikasi, penginderaan elektromagnetik, pemanasan frekuensi radio, pengujian dan evaluasi, biomedis dan sumber referensi untuk pengujian antena lainnya. Antena horn sektoral dan piramidal dikaitkan dengan pandu gelombang persegi panjang di mana *mode* dasar adalah TE₁₀, sedangkan pandu gelombang melingkar memberi makan horn berbentuk kerucut dan *mode* dasar adalah TE₁₁ [2].

Perkembangan antena sangat dipengaruhi oleh perkembangan teori, metode analisis dan teknik numerik, serta perkembangan teknologi komputer. Metode analisis tertua yang masih digunakan adalah optik geometris, yang merupakan teknik sinar. Hukum refleksi sudah dijelaskan oleh Euclid 300 tahun SM. Rumus lensa diperkenalkan oleh Alhazan sekitar tahun 1000 Masehi. Snell menemukan hukum refraksi pada tahun 1621, dan perkembangan lebih lanjut dilakukan selama abad ketujuh belas (Fermat) dan kesembilan belas (Hamilton) yang sekarang kita sebut sebagai geometri optik klasik. Deskripsi dari geometri optik klasik didasarkan pada sinar lurus dan densiti daya. Geometri optik yang digunakan saat ini biasanya disebut sebagai Optik Geometris modern (GO) dan mencakup fase, polarisasi, dan deskripsi kekuatan medan (Luneberg 1944 dan Kline 1951). GO adalah pendekatan frekuensi tinggi yang dapat digunakan ketika panjang gelombang kecil dibandingkan dengan variasi struktur dan dimensi. Bidang GO merambat sepanjang garis lurus (sinar) di wilayah

ruang bebas dan dipantulkan dari batas struktur. Beberapa ilmuwan termasuk Sommerfeld (1884) mempelajari efek dari tepi dan menemukan bahwa ada efek difraksi yang tidak diperhitungkan oleh GO. Untuk mengatasi masalah ini, sinar difraksi lurus ditambahkan ke deskripsi GO. Teori ini kemudian diperluas oleh Kouyoumjian dan Pathak (1974-81) menjadi *Uniform Geometrical Theory of Diffraction*. Ini umumnya dikenal dengan singkatan UTD dan banyak digunakan dalam analisis antena[3].

Antena horn atau *microwave horn* adalah antena yang terdiri dari pandu gelombang atau *waveguide* yang terbuat logam yang melebar membentuk terompet untuk mengarahkan gelombang radio dalam bentuk runcing. Horn banyak digunakan sebagai antena pada UHF (*Ultra High Frequency*) dan frekuensi gelombang mikro, di atas 300 MHz. *Sidelobes* dan *directivity* antena horn dapat diprediksi dengan mudah dan akurat. Antena ini memiliki *sidelobe* rendah dan dapat memiliki *bandwidth* yang relatif tinggi. Selain itu, mereka biasanya mudah dibuat dalam ukuran kecil atau sedang. Namun, jika frekuensinya rendah atau direktivitas yang dibutuhkan besar, mereka menjadi besar dan berat dibandingkan dengan, misalnya, antena reflektor. Antena horn biasanya digunakan sebagai antena standar *gain* dan sebagai *feed* untuk antena reflektor. Antena ini juga menemukan berfungsi sebagai elemen dalam antena array [2]. Keunggulannya adalah pengarahannya sedang, *Standing Wave Ratio* yang rendah (SWR), *bandwidth* yang lebar, dan konstruksi serta penyesuaian yang sederhana.

Dari keunggulan-keunggulan tersebut terdapat kelemahan dari antena horn. Salah satunya yaitu dimensi antena yang besar. Oleh karena itu diusulkan untuk menggunakan substrat sebagai pengganti udara pada antena, sehingga menghasilkan gelombang dan dimensi antena yang lebih kecil. Hal ini dapat dilakukan dengan mengimplementasikan *Substrate Integrated Waveguide* (SIW) pada antena horn. Fakta bahwa perangkat SIW direalisasikan menggunakan substrat dielektrik memungkinkan integrasi yang mudah dengan sirkuit planar lainnya, misalnya berdasarkan teknologi mikrostrip. Kehadiran dielektrik juga memungkinkan penyusutan dimensi dengan faktor skala yang sebanding dengan akar kuadrat dari permitivitas dielektrik relatif [4].

Laporan ini membahas tentang *design* dan simulasi Antena horn SIW (*Substrate Integrated Waveguide*) yang memiliki performa tinggi dengan dimensi antena yang kecil. Sehingga dihasilkan antena dengan dimensi yang kecil, ringan dengan kemampuan antena yang memenuhi kriteria *bandwidth*, direktivitas, VSWR, *gain*, dan yang lain. Tentu saja,

kehadiran dielektrik di dalam *waveguide* meningkatkan *loss*, tergantung pada *tangen loss* dari bahan yang digunakan. *Loss* juga dipengaruhi oleh tinggi *waveguide* substrat yang relatif rendah, yang meningkatkan *loss* konduktor. Kerugian dielektrik dapat dikurangi dengan menggunakan substrat dengan *tangen loss* rendah. Kerugian konduktor juga dapat dikurangi dengan menggunakan substrat yang lebih tebal, akan tetapi hal ini akan mempengaruhi ukuran, berat, dan biaya perangkat [5].

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang ada diatas maka didapat perumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana mendesain antena horn menggunakan prinsip kerja SIW?
- b. Bagaimana mendapatkan *gain* yang diinginkan pada substrat?
- c. Bagaimana mendapatkan *bandwidth* yang diinginkan?
- d. Bagaimana mendapatkan pancaran gelombang yang diinginkan?

1.3. Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk menjelaskan tentang Simulasi dan Rancang Bangun *Substrate Integrated Waveguide* (SIW) Antena Planar Horn. Secara terperinci, tujuan yang hendak dicapai dalam pembahasan ini adalah sebagai berikut:

- a. Agar dapat mendesain antena horn dengan menggunakan prinsip kerja SIW
- b. Agar mengetahui langkah untuk dapat menghasilkan *gain* yang diinginkan dari substrat.
- c. Untuk mengetahui langkah untuk mendapatkan *bandwidth* yang diinginkan.
- d. Untuk mengetahui bagaimana mendapatkan pancaran gelombang yang diinginkan.

1.3.2 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari pelaksanaan penelitian skripsi ini yaitu:

- a. Membuat Perancangan Dan Simulasi Antena Horn *Substrate Integrated Waveguide* (SIW) bekerja.
- b. Menerapkan ilmu yang sudah dipelajari selama berada di bangku kuliah pada dunia nyata.

- c. Sebagai syarat mutlak untuk menyelesaikan pendidikan di S1 Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

- a. Melakukan Desain Antena *K-Band* di 20 GHz
- b. Melakukan simulasi dengan hasil *bandwidth* sekitar 1 GHz dan *Gain* diatas 3 dBi.
- c. Perancangan Antena Horn SIW menggunakan aplikasi CST

1.5. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan untuk memperoleh desain dan dimensi yang sesuai pada antena SIW Horn. Berikut merupakan setiap tahapan memperoleh desain dan dimensi yang sesuai pada antena.

1. Menentukan spesifikasi pada antena

Antena yang akan di desain pada penelitian kali ini adalah antena SIW horn yang bekerja pada frekuensi K-Band. Berikut spesifikasi yang ditentukan dari antena ini adalah:

Frekuensi : 18-26 GHz (*K-Band*)

Frekuensi *Center* : 20 GHz

VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) : $1 \leq \text{VSWR} \leq 2$

Return loss : ≤ -10 dB

Gain : ≥ 3 dB

Bandwidth : 1 GHz

Bahan pada *plate* : *Copper Annealed*

Bahan pada *substrat* : Rogers RT 5880 (*lossy*)

2. Perhitungan pada dimensi antena

Pada perhitungan dimensi antena dibutuhkan perancangan yang sistematis, sehingga mendapatkan nilai pada setiap parameter antena. Simulasi dilakukan pada aplikasi CST Studio, sebelum melakukan optimasi perlu dilakukan perhitungan pada

frekuensi *center* 20 GHz sebagai acuan ukuran awal. Pada perancangan dimensi tidak hanya dilakukan sekali percobaan pada perhitungan untuk antenna dikarenakan pada dimensi dihitung 2 kali yaitu saat masih SIW saja kemudian ditambah kan flare horn antenna hingga terbentuk antenna yang diinginkan .

3. Perancangan dengan menggunakan CST

Setelah melakukan perhitungan pada dimensi antenna SIW horn maka dilanjutkan dengan perancangan, perancangan bertujuan dapat memvisualisasikan dan mensimulasikan. Visualisasi pada CST berupa gambar tiga dimensi dengan spesifikasi ukuran, jenis bahan dan letak pencatutan agar dapat melakukan simulasi. Hasil dari simulasi yang menggunakan CST berupa parameter-parameter antenna, VSWR, yang akan di tampilkan dalam bentuk grafik, selanjutnya akan dilakukan analisa untuk mengetahui karakteristik dan kinerja pada antenna.

4. Melakukan pengukuran dengan alat *network analyzer*

Pada simulasi dengan alat *network analyzer* Antena SIW Horn sudah tercetak dengan benar pada substrat / PCB dan sesuai dengan simulasi pada CST sebelum tercetak / fabrikasi. Sebelum dilakukan simulasi maka harus terpasang di PCB *connector* SMA to PCB agar bisa dilakukan perhitungan terhadap antenna yang akan diuji coba menggunakan alat simulasi. Pengukuran dilakukan dengan VNA yang nantinya melakukan setiap percobaan dengan beberapa hasil parameter masing-masing. Pada pengukuran menggunakan VNA biasanya dilakukan dalam ruangan *anechoic chamber* yang merupakan ruangan kedap terhadap pengaruh yang ditimbulkan oleh apapun baik itu diluar ataupun didalam ruangan. Ruangan ini sudah didesain sesuai dengan pengujian antenna yang harus tidak boleh terpengaruh terhadap benda di sekitarnya.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mengetahui gambaran ringkas mengenai isi laporan skripsi serta untuk mempermudah pemahaman penelitian yang dilakukan, maka laporan skripsi ini dibagi menjadi beberapa bab. Bab yang ada dalam laporan skripsi ini antara lain:

- a. Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi pendahuluan yang menjelaskan latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat melakukan penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan penelitian yang dilakukan.

b. Bab II Teori Penunjang

Berisi tentang teori-teori yang mendukung penelitian yang dilakukan. Teori tersebut merupakan teori yang sudah ada dengan hasil dari penelitian yang sudah ada sebelumnya.

c. Bab III Perancangan Sistem

Berisi perancangan alat tentang penelitian yang akan dibuat. Dalam hal ini berisi tentang perancangan desain.

d. Bab IV Implementasi dan Uji Coba Program

Berisi tentang analisa sistem baik dari segi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Serta implementasi dari aplikasi dan pengujian aplikasi.

e. Bab V Penutup

Berisi hasil dari penelitian yang sudah dicapai serta kesimpulan yang didapat dari penelitian yang sudah dilakukan.