

## BAB II

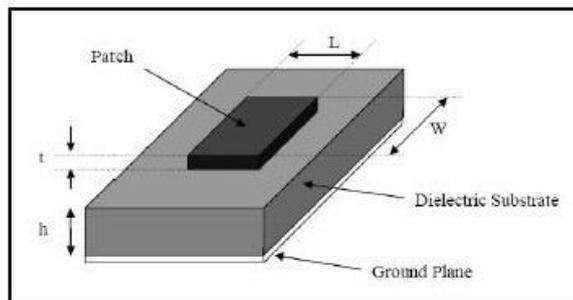
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Antena Mikrostrip

##### 2.1.1 Pengertian Antena Mikrostrip

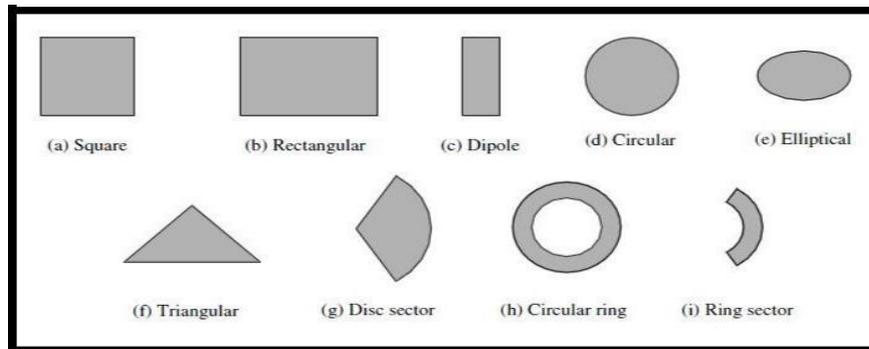
Antena mikrostrip pertama kali diperkenalkan pada tahun 1950. Dan perkembangannya dilakukan secara serius pada tahun 1970. Melalui beberapa dekade penelitian, diketahui bahwa kemampuan beroperasi antena mikrostrip diatur oleh bentuknya. Antena mikrostrip merupakan salah satu antena yang paling populer saat ini. Hal ini disebabkan karena antena mikrostrip sangat cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi yang sekarang ini memperhatikan bentuk dan ukuran <sup>[1]</sup>.

Antena mikrostrip adalah suatu konduktor metal yang menempel diatas ground plane yang diantaranya terdapat bahan dielektrik. Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki massa ringan, mudah untuk difabrikasi, dengan sifatnya yang konformal sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil dibandingkan dengan antena jenis lain. Karena sifat yang dimilikinya, antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini sehingga dapat di-integrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil, akan tetapi antena mikrostrip juga memiliki beberapa kekurangan yaitu: bandwidth yang sempit, gain dan directivity yang kecil, serta efisiensi rendah.



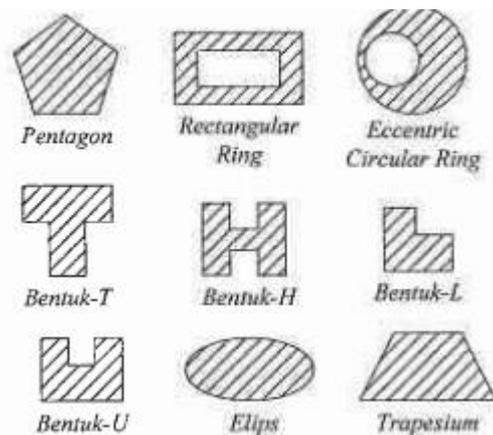
Gambar 2 .1 Struktur Antena Mikrostrip <sup>[1]</sup>

Bentuk konduktor bisa bermacam-macam tetapi yang pada umumnya digunakan berbentuk empat persegi panjang dan lingkaran karena bisa lebih mudah dianalisis. Adapun jenis-jenis antena mikrostrip terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Macam-macam *patch* antena mikrostrip <sup>[1]</sup>

Selain bentuk di atas terdapat bentuk-bentuk lain yang dapat digunakan sebagai *patch* antena mikrostrip.



Gambar 2.3 Macam-macam *patch* antena mikrostrip <sup>[8]</sup>

Antena mikrostrip adalah salah satu jenis antena wireless yang paling populer digunakan saat ini. Ada beberapa alasan kenapa antena mikrostrip sangat terkenal:

- a) Sangat mudah difabrikasi.
- b) Selaras dengan permukaan nonplanar.
- c) Sangat murah karena hanya dengan menggunakan papan cetak sirkuit.
- d) Fleksibel sehingga menghasilkan berbagai macam pola dan polarisasi yang berbeda.
- e) Strukturnya sangat kuat

### 2.1.2. Fungsi Antena Mikrostrip

Banyak Aplikasi yang memanfaatkan kelebihan yang ditawarkan oleh antenna mikrostrip ini, misalnya pada komunikasi satelit, Wimax, radar dan penguatan gain antenna. Disamping itu, penggunaan antenna mikrostrip tidak hanya terbatas pada satu frekuensi saja melainkan dapat bekerja lebih dari satu frekuensi dan dapat juga di array untuk menghasilkan parameter antenna yang baik.

### 2.1.3. Parameter Umum Antena Mikrostrip

Seperti bentuk antena-antena yang lain, antena mikrostrip mempunyai parameter-parameter yang digunakan untuk dilihat *performance* yaitu<sup>3 [1]</sup>:

#### a. Penguatan (*Gain*)

Penguatan (G) pada antena mikrostrip merupakan perbandingan intensitas radiasi pada arah tertentu terhadap intensitas radiasi yang diterima jika daya yang diterima berasal dari antena isotropik .

#### b. VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

VSWR merupakan perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ( $|V_{\max}|$ ) dengan minimum ( $|V_{\min}|$ ). Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan ( $V_0^+$ ) dan tegangan yang direfleksikan ( $V_0^-$ ). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan disebut koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ).

Dimana  $Z_L$  adalah impedansi beban (*load*) dan  $Z_0$  adalah impedansi saluran *lossless*. Koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ) memiliki nilai kompleks yang merepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk dari beberapa kasus sederhana , ketika bagian imajiner dari  $\Gamma$  adalah nol maka :

1.  $\Gamma = -1$  : refleksi negatif maksimum ketika saluran terhubung singkat.
2.  $\Gamma = 0$  : tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matched* sempurna.

3.  $\Gamma=+1$  : refleksi positif maksimum ketika saluran dan rangkaian terbuka. ada refleksi ketika saluran berada dalam keadaan *matching* sempurna. Namun pada kenyataannya nilai tersebut sulit didapatkan sehingga nilai dasar VSWR yang digunakan pada antena umumnya  $\leq 2$ .

### c. Return Loss

*Return loss* adalah perbandingan antara gelombang amplitudo yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return loss* dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Pada rangkaian gelombang mikro yang memiliki diskontinuitas (*missmatched*), besarnya return loss bervariasi tergantung pada frekuensi.

Nilai *return loss* yang biasa digunakan adalah di bawah -9,54 dB, untuk menentukan lebar *bandwidth*, sehingga dapat dikatakan nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan atau dengan kata lain, saluran transmisi sudah *matching*. Nilai parameter ini digunakan sebagai salah satu acuan apakah antena sudah bekerja pada frekuensi yang sesuai atau tidak.

### d. Impedansi Masukan

Impedansi masukan adalah perbandingan (rasio) impedansi pada bagian terminal antena atau perbandingan antara tegangan dan arus listrik pada terminal antena. Impedansi masukan ini bervariasi untuk nilai posisi tertentu. Impedansi masukan,  $Z_{in}$  terdiri dari dua bagian real ( $R_{in}$ ) dan bagian imajiner ( $X_{in}$ ).

Resistansi masukan ( $R_{in}$ ) mewakili disipasi yang terjadi karena dua hal. Pertama karena daya yang meninggalkan antena dan tidak kembali lagi (radiasi), yang kedua karena rugi-rugi ohmic yang terkait dengan panas pada struktur antena. Namun pada banyak antena, rugi-rugi ohmic sangat kecil bila dibandingkan dengan rugi-rugi akibat radiasi.

Komponen imajiner ( $X_{in}$ ) mewakili reaktansi dari antena dan daya yang tersimpan pada medan dekat antena. Kondisi *matching* harus sedemikian rupa sehingga mendekati  $50+j0 \Omega$ .

### e. Bandwidth Antena

Bandwidth antena adalah rentang frekuensi dimana kinerja antena yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola radiasi, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi VSWR, *return loss*, *axial ratio*) memenuhi spesifikasi standar. Dalam menentukan *bandwidth* antena perlu memspesifikasikan kriteria apa saja yang digunakan karena tidak ada definisi baku dalam menentukan *bandwidth*.

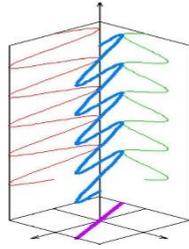
#### 2.1.4. Polarisasi

Polarisasi antena adalah polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan oleh antena. Jika arah tidak ditentukan maka polarisasi merupakan polarisasi pada arah *gain* maksimum. Pada praktiknya, polarisasi dari energi yang teradiasi bervariasi dengan arah dari tengah antena, sehingga bagian lain dari pola radiasi mempunyai polarisasi yang berbeda.

Polarisasi dari gelombang yang teradiasi didefinisikan sebagai suatu keadaan gelombang elektromagnet yang menggambarkan arah dan magnitudo vektor medan elektrik yang bervariasi menurut waktu. Selain itu, polarisasi juga dapat didefinisikan sebagai gelombang yang diradiasikan dan diterima oleh antena pada suatu arah tertentu.

Polarisasi dapat diklasifikasikan sebagai *linear* (linier), *circular* (melingkar), atau *elliptical* (elips). Polarisasi linier (Gambar 2.2) terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik di ruang memiliki vektor medan elektrik (atau magnet) pada titik tersebut selalu berorientasi pada garis lurus yang sama pada setiap waktu. Hal ini dapat terjadi jika vektor (elektrik maupun magnet) memenuhi :

- a. hanya ada satu komponen, atau
- b. komponen yang saling tegak lurus secara linier yang berada pada perbedaan fasa waktu atau  $180^0$  atau kelipatannya

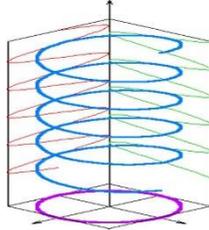


Gambar 2.4 Polarisasi linier

Polarisasi melingkar (Gambar 2.3) terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik memiliki vektor medan elektrik (atau magnet) pada titik tersebut berada pada jalur lingkaran sebagai fungsi waktu. Kondisi yang harus dipenuhi untuk mencapai jenis polarisasi ini adalah :

- Medan harus mempunyai 2 komponen yang saling tegak lurus linier
- Kedua komponen tersebut harus mempunyai magnitudo yang sama
- Kedua komponen tersebut harus memiliki perbedaan fasa waktu pada kelipatan ganjil  $90^0$ .

Polarisasi melingkar dibagi menjadi dua, yaitu *Left Hand Circular Polarization (LHCP)* dan *Right Hand Circular Polarization (RHCP)*. *LHCP* terjadi ketika  $d = +p / 2$  , sebaliknya *RHCP* terjadi ketika  $d = -p / 2$

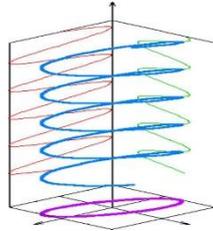


Gambar 2.5 Polarisasi melingkar

Polarisasi elips (Gambar 2.4) terjadi ketika gelombang yang berubah menurut waktu memiliki vektor medan (elektrik atau magnet) berada pada jalur kedudukan elips pada ruang. Kondisi yang harus dipenuhi untuk mendapatkan polarisasi ini adalah :

- medan harus mempunyai dua komponen linier ortogonal
- Kedua komponen tersebut harus berada pada magnitudo yang sama atau berbeda
- Jika kedua komponen tersebut tidak berada pada magnitudo yang sama, perbedaan fasa waktu antara kedua komponen tersebut harus tidak bernilai  $0^0$  atau kelipatan  $180^0$  (karena akan menjadi linier). Jika kedua komponen berada

pada magnitudo yang sama maka perbedaan fasa di antara kedua komponen tersebut harus tidak merupakan kelipatan ganjil dari  $90^0$  (karena akan menjadi lingkaran).



Gambar 2.6 Polarisasi Elips

### 2.1.5 Dimensi antenna mikrostrip

a. *Patch*

$$Wp = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (2-1)$$

Sumber; Balanis AC “antenna theory analysis and design” diakses pada 20 maret 2018

Dimana nilai;

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{wp}}} \right] \quad (2 - 2)$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai panjang *patch* menggunakan pendekatan persamaan berikut;

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (2-3)$$

Dimana;

$$\Delta L = 0.412h \left[ \frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) \left( \frac{w}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0.258) \left( \frac{w}{h} + 0.8 \right)} \right] \quad (2-4)$$

maka didapat hasil untuk panjang *patch*

$$L_p = L_{eff} - 2 \Delta L$$

### ***b. Groundplane***

Untuk mendapatkan nilai lebar dan panjang *groundplane* menggunakan pendekatan persamaan berikut;

$$L_g = 6h + L_p \quad (2-5)$$

$$W_g = 6h + W_p \quad (2-5)$$

### ***c. Microstripline***

Untuk mendapatkan nilai *feedline* menggunakan pendekatan persamaan berikut;

$$Lf = \frac{w}{2} \quad (2-7)$$

Dimana nilai;

$$B = \frac{60 \pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2-8)$$

untuk nilai panjang catuannya sebagai berikut;

$$Wf = \frac{2(h)}{\pi} \left[ B + 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right] \quad (2-9)$$

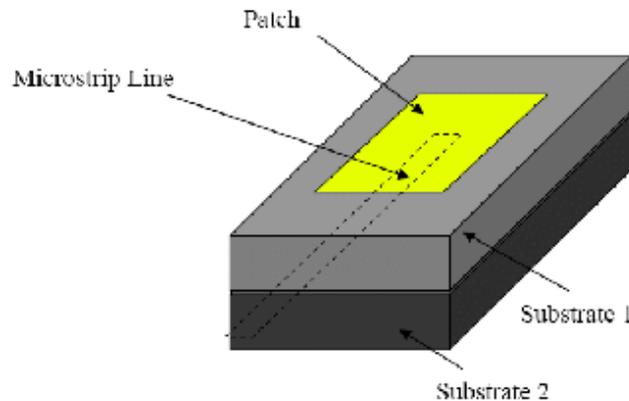
#### **2.1.6. Teknik Pencatuan**

Teknik pencatuan pada antenna mikrostrip adalah teknik untuk mentransmisikan energi elektromagnetik ke antenna mikrostrip dan teknik pencatuan merupakan salah satu hal penting dalam menentukan proses perancangan antenna mikrostrip. Masing-Masing teknik mempunyai kelebihan dan kelemahan masing-masing <sup>[1]</sup>.

##### ***a. Electromagnetically Coupled (EMC)***

Salah satu kelemahan antenna mikrostrip adalah *bandwidth* yang sempit. Banyak cara yang dapat digunakan untuk mengatasi kelemahan ini, antara lain dengan menggunakan substrat yang tebal, dengan menambahkan parasitic agar mendapat tanggapan resonansi ganda. Kemudian dengan menggunakan saluran mikrostrip yang dikopel secara *proximity* pada *patch* yang terletak pada lapisan di atas saluran. Dengan posisi saluran catu di atas *patch*, maka saluran tersebut dapat dibawa ke bagian bawah antenna, sehingga ada dua substrat yang digunakan pada teknik ini yang berada diatas bidang petanahan , dengan menghilangkan bidang

pentanahan pada substrat yang berada di atas. Geometri antenna mikrostrip menggunakan saluran mikrostrip yang dikopel secara *proximity* .



Gambar 2.7 Penggabungan secara elektromagnetik <sup>[1]</sup>

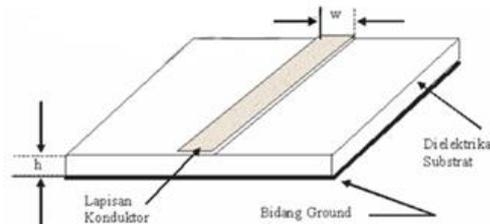
Dua substrat dielektrik akan digunakan jika teknik pencatutan ini diterapkan. Saluran pencatu terletak diantara dua substrat tersebut dan elemen peradiasi tereletak pada substrat bagian atas. Keuntungan utama dari teknik pencatutan ini adalah dapat mengeliminasi radiasi pada elemen pencatu (*spurious feed radiation*) dan mampu menghasilkan bandwidth yang tinggi (13%), karena meningkatkan ketebalan pada *patch* antenna. Pada teknik ini dapat digunakan dua substrat dielektrik yang berbeda (ketebalan dan konstanta dielektrik substrat), satu untuk elemen peradiasi dan satu substrat lainnya untuk saluran pencatu.

Substrat bagian atas (*upper substrate*) yaitu substrat dimana antenna membutuhkan substrat yang relatif lebih tebal dengan nilai konstanta dielektrik yang relatif kecil. Hal tersebut meningkatkan bandwidth dan performa radiasi dari antena. Substrat bagian bawah yaitu substrat dengan saluran pencatu membutuhkan substrat yang tipis dengan konstanta dielektrik yang relatif lebih tinggi dari substrat pada bagian atas.

### ***b. Mikrostrip Feeding***

Saluran transmisi mikrostrip tersusun dari dua konduktor, yaitu sebuah *strip* dengan lebar  $w$  dan bidang pentanahan, keduanya dipisahkan oleh suatu substrat yang memiliki permitivitas relatif  $\epsilon_r$  dengan tinggi  $h$ . Parameter utama yang penting untuk diketahui pada suatu saluran transmisi adalah impedansi

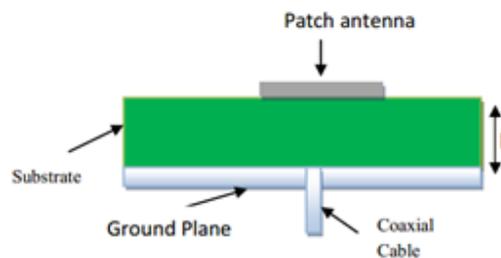
karakteristiknya  $Z_0$ . Impedansi karakteristik  $Z_0$  dari saluran mikrostrip ditentukan oleh lebar strip ( $w$ ) dan tinggi substrat ( $h$ ).



Gambar 2.8 Saluran Mikrostrip <sup>[1]</sup>

### c. Coaxial Feeding

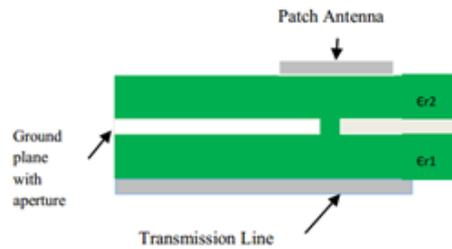
Coaxial feeding merupakan salah satu teknik pencatuan yang mana konduktor dalam coaxialnya disematkan pada elemen peradiasi yang konduktor luarnya terhubung dengan ground plane. Keuntungan menggunakan coaxial feeding adalah pembuatan yang mudah, mudah *dimatchingkan*, dan kerugiannya bandwidthnya sempit serta sulit dimodelkan ketika *substratnya* sempit.



Gambar 2.9 Coaxial Feeding <sup>[1]</sup>

### d. Aperture Feeding

Dalam teknik ini, Saluran transmisi dipisahkan dari antenna menggunakan sebuah plat konduktor yang mempunyai aperture untuk melewatkan energi ke antenna. Substrate yang diatas dapat dibuat dengan permitivitas yang lebih rendah dari yang dibawah untuk menghasilkan radiasi yang lebih baik. Kerugiannya adalah sulit untuk disusun/dibuat.



Gambar 2.10 Aperture Feeding <sup>[1]</sup>

## 2.2 4G (*fourth-generation technology*)

### 2.2.1 Pengertian

4G adalah singkatan dari istilah dalam bahasa Inggris: *fourth-generation technology*. Istilah ini umumnya digunakan mengacu kepada standar generasi keempat dari teknologi telepon seluler. 4G merupakan pengembangan dari teknologi 3G dan 2G. Sistem 4G menyediakan jaringan pita lebar ultra untuk berbagai perlengkapan elektronik, contohnya telepon pintar dan laptop menggunakan modem USB <sup>[5]</sup>.

Sistem 4G menyediakan solusi IP yang komprehensif di mana suara, data, dan arus multimedia dapat sampai ke7ada pengguna kapan saja dan di mana saja, pada rata-rata data lebih tinggi dari generasi sebelumnya. Bagaimanapun, terdapat beberapa pendapat yang ditujukan untuk 4G, yakni: 4G merupakan sistem berbasis IP terintegrasi penuh. Ini akan dicapai setelah teknologi kabel dan nirkabel dapat dikonversikan dan mampu menghasilkan kecepatan 100Mb/detik dan 1Gb/detik baik dalam maupun luar ruang dengan kualitas premium dan keamanan tinggi. 4G akan menawarkan segala jenis layanan dengan harga yang terjangkau. Setiap handset 4G akan langsung mempunyai nomor IP v6 dilengkapi dengan kemampuan untuk berinteraksi *internet telephony* yang berbasis *Session Initiation Protocol* (SIP). Semua jenis radio transmisi seperti GSM, TDMA, EDGE, CDMA 2G, 2.5G akan dapat digunakan, dan dapat berintegrasi dengan mudah dengan radio yang di operasikan tanpa lisensi seperti IEEE 802.11 di frekuensi 2.4 GHz & 5-5.8Ghz, *bluetooth*, dan seluler. *Integrasi voice* dan data dalam *channel* yang sama. Integrasi voice dan data aplikasi *SIP-enabled*.

### 2.3 Ultra Wide band (UWB)

*Ultra-wideband* (juga disebut UWB) adalah teknologi radio jarak dekat yang menggunakan rentang frekuensi sangat besar dengan bandwidth setidaknya 500 MHz. UWB beroperasi dengan daya pancar rendah (0,5 mW / -41,3 dBm / MHz) agar tidak mengganggu rentang frekuensi yang diduduki. Hanya penerima UWB khusus yang dapat mendeteksi sinyal <sup>[4]</sup>.

Sistem UWB dirancang untuk digunakan seperti bluetooth, yaitu sebagai teknologi personal area network (PAN) yang beroperasi pada daya sangat rendah dan jarak sekitar 10 meter. Namun, tidak seperti sistem data wireless yang memodulasi data ke operator radio yang beroperasi pada kanal fixed, UWB merupakan sistem berspektrum tersebar. Artinya, data di-encode menjadi gelombang yang disiarkan pada frekuensi berjangkauan luas. Untuk transmisi data, sistem ini menawarkan kapasitas yang lebih besar dibandingkan teknologi yang sudah ada. UWB menjanjikan kecepatan transfer data hingga 100 Mbps. Bahkan untuk memenuhi harapan yang cenderung meningkat, para ilmuwan tengah memaksimalkan UWB agar mampu memberikan kecepatan transfer hingga 500 Mbps. Untuk mentransfer informasi berukuran 100 Mbit, sebuah informasi akan dipecah menjadi 10 bagian atau lebih dan selanjutnya dilewatkan melalui 10 frekuensi carrier. Itulah yang dimaksud dengan *Orthogonal Frekuensi Division Multiplexed* (OFDM) yang merupakan teknologi jaringan akses UWB.

Kelebihan UWB Dari sisi kecepatan, UWB cukup dapat dibanggakan karena UWB 100 kali lebih cepat dari Bluetooth. Selain itu teknologi ini juga diramalkan akan menggeser WiFi. Sebuah Komite Industri akan dibentuk untuk mengawasi dan mengatur spesifikasi UWB. Jika UWB nantinya benar dapat menggeser teknologi Wi-Fi, maka bukan tidak mungkin jika nantinya produksi ponsel dunia juga akan menyertakan feature fasilitas UWB, sehingga pemakai dapat dengan leluasa memindah-mindahkan file musik dan video dari komputer tanpa harus mempergunakan kabel adaptor.

Riset terus dilakukan termasuk mengembangkan UWB tidak saja sebagai aplikasi point to point, tapi potensial sebagai *IP-centric network*, yaitu ketika UWB dipasang pada pesawat telepon, fax, printer dan laptop. Dengan begitu, memungkinkan kita melakukan voice calling sekaligus mengirim file DVD

ukuran besar. Ini adalah alternatif komunikasi jarak dekat yang cukup murah. Hal ini cukup menarik di tengah merajalelanya promosi telepon murah, yang membuat kita berganti ganti kartu<sup>[3]</sup>.

## 2.4 Software Yang Digunakan Sebagai Simulasi Perancangan Antena

### 1. CST

CST menawarkan solusi komputasi yang akurat dan efisien untuk desain dan analisis elektromagnetik. Perangkat lunak simulasi 3D EM kami user-friendly dan memungkinkan Anda untuk memilih metode yang paling tepat untuk desain dan optimalisasi perangkat yang beroperasi dalam berbagai frekuensi<sup>[9]</sup>.

#### 1. Ansoft atau Ansys HFSS

Ansoft atau Ansys HFSS merupakan software elektromagnetik simulator, maksudnya software yang bisa dibuat untuk desain antena beserta simulasinya atau membuat desain-desain yang lain atau hanya simulasi tentang hal-hal tertentu yang ada hubungannya dengan medan elektromagnetik<sup>[10]</sup>.

#### 3. Advanced Design Sistem

Advanced Design Sistem adalah perangkat lunak otomasi desain elektronik terdepan di dunia untuk aplikasi digital RF, microwave, dan kecepatan tinggi. Seperti simulator X-parameters dan 3D EM, yang digunakan oleh perusahaan terkemuka di industri komunikasi & jaringan nirkabel dan kedirgantaraan & pertahanan. Untuk aplikasi data, radar, & satelit WiMAX, LTE, multi-gigabit per detik, radar, & satelit, ADS menyediakan desain dan verifikasi berbasis standar penuh dengan simulasi langsung Perpustakaan Nirkabel dan simulasi sistem rangkaian-EM dalam platform terpadu<sup>[11]</sup>.

#### 2. Desain NI AWR

Desain NI AWR membantu insinyur merancang, mengoptimalkan, dan mengintegrasikan antena. NI AWR menyediakan teknologi EM yang kuat untuk mensimulasikan metrik antena seperti keuntungan, kehilangan kembali, efisiensi radiasi, dan arus, dan untuk memvisualisasikan pola antena medan jauh 2D/3D. Perangkat lunak NI AWR juga mempercepat perancangan dimulai dengan AntSy, perangkat lunak berbasis awan sebagai solusi layanan (SaaS), untuk sintesis antena fisik berdasarkan persyaratan kinerja yang ditentukan pengguna<sup>[12]</sup>.