BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 *Wireless*

Teknologi komunikasi *wireless* adalah suatu operasi komunikasi tanpa menggunakan suatu media yang terlindung atau terbungkus seperti menggunakan media udara sebagai jalur komunikasi untuk mengirimkan sinyal pada setiap tujuannya. Sistem *wireless* menggunakan suatu gelombang radio atau gelombang elektromagnetik sebagai jalur komunikasinya.

Pada awalnya teknologi *wireless* ini berasal dari penemuan telegraf yang diciptakan pada tahun 1895, dan terus berkembang sehingga akhirnya saat ini telah banyak terjadi kemajuan di bidang telekomunikasi, contohnya radio, televisi, telepon selular, komunikasi satelit, dan lain - lain. Selain itu masih terdapat beberapa model *device* yang menggunakan teknologi *wireless*, yaitu peralatan komputer tanpa kabel seperti *keyboard* dan *mouse wireless*, *remote control*, *global positioning system* (GPS), dan *wireless* LAN.

2.2 *Local Area Network* (LAN)

Inovasi di dalam teknologi telekomunikasi berkembang dengan cepat dan selaras dengan perkembangan karakteristik masyarakat *modern* yang memiliki mobilitas tinggi, mencari pelayanan yang fleksibel, mudah dan memuaskan serta mengejar efisiensi di segala aspek. Perkembangan karakteristik masyarakat yang seperti ini membuat rekan industri menawarkan jaringan *Local Area Network* (LAN).

Local Area Network (LAN) adalah sejumlah komputer yang saling dihubungkan bersama di dalam satu area tertentu yang tidak begitu luas, seperti di dalam satu kantor atau gedung.

Jaringan komputer adalah sekelompok komputer otonom yang saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya menggunakan protokol komunikasi melalui media komunikasi sehingga dapat berbagi informasi, program - program, penggunaan bersama perangkat keras seperti *printer*, *hard disk*, dan sebagainya. Selain itu jaringan komputer bisa diartikan sebagai kumpulan sejumlah terminal komunikasi yang berbeda di berbagai lokasi yang terdiri dari lebih satu komputer yang saling berhubungan.

Jaringan komputer lokal digunakan untuk menghubungkan simpul yang berada di daerah yang tidak terlalu jauh dengan radius 100m - 200m, tergantung jenis kabel penghubung yang digunakan. Kecepatan transfer data pada jaringan lokal ini sedah relatif tinggi yaitu antara 1 - 100 Mbps atau sekitar 125.000 - 125.500.000 karakter per detik sehingga sudah dapat mendukung distribusi data grafis.

Teknologi jaringan lokal berkembang dengan pesat dewasa ini sehingga secara umum jaringan dapat dikelompokkan dalam beberapa kategori berdasarkan kecepatan transmisi datanya, yaitu.

- Jaringan komputer berkecepatan rendah

  Kecepatan transmisi data pada jaringan ini lebih kecil dari 1 Mbps, biasanya diterapkan untuk percobaan di laboratorium. Contoh jaringan ini adalah *Apple talk* yang dikembangkan oleh Apple Co.

- Jaringan komputer berkecepatan sedang

  Kecepatan transmisi data pada jaringan ini berkisar antara 1 - 20 Mbps dan biasanya diterapkan untuk lingkungan perkantoran dengan skala kecil sampai menengah. Adapun contoh teknologi jaringan ini adalah *Ethernet* berkecepatan 10 Mbps yang dikembangkan oleh *Xeras.*

- Jaringan komputer berkecepatan tinggi

  Kecepatan transmisi data pada jaringan ini lebih dari 20 Mbps. Biasanya diterapkan untuk lingkungan perkantoran dengan skala besar yang menempati gedung bertingkat atau kawasan. Di samping itu data yang ditransmisikan tidak hanya berupa teks melainkan juga data grafis. Adapun teknologi jaringan komputer *local* untuk kategori ini adalah ATM dan *Fast Ethernet*.

- Jaringan komputer berkecepatan sangat tinggi

  Kecepatan transmisi data pada jaringan ini mencapai 1 Gbps. Teknologi ini digunakan untuk mendukung transmisi data di lingkungan perkantoran berskala besar dan data yang ditransmisikan meliputi *data grafis, audio,* dan *video*. Adapun teknologi untuk kategori ini adalah *Gigabit Ethernet*, yang kompatibel dengan teknologi *Ethernet* dan *Fast Ethernet*.

2.3 *Wireless Local Area Network* (WLAN)

Wireless Local Area Network (WLAN) merupakan salah satu aplikasi pengembangan dari *wireless* yang digunakan untuk komunikasi data. Sesuai dengan namanya, *wireless* yang artinya tanpa kabel, WLAN adalah jaringan lokal yang meliputi daerah satu gedung, satu kantor, satu wilayah, dan

sebagainya, yang tidak menggunakan media transmisi kabel. Sistem koneksi WLAN adalah dengan menggunakan gelombang elektromagnetik untuk mengirim dan menerima data lewat media udara. Dengan komunikasi jaringan yang menggunakan media tanpa kabel, maka diharapkan WLAN dapat meminimalisasikan kebutuhan untuk komunikasi menggunakan kabel, walaupun penggunaan kabel masih tetap ada dalam mendukung aplikasi WLAN.

Penggunaan WLAN tidak akan mengurangi keuntungan yang telah diperoleh dari aplikasi yang lebih tradisional yaitu LAN dengan menggunakan kabel. Hanya saja pada WLAN ini, cara melihat suatu jaringan LAN harus didefinisikan kembali. Konektivitas antar para pengguna tidak lagi mempengaruhi pada saat penginstalasian.

Local Area tidak lagi terbatas diukur dengan menggunakan satuan kaki atau meter, tetapi mil atau kilometer. Infrastrukturnya tidak lagi harus ditanam di bawah tanah atau berada di balik dinding. Kini infrastrukturnya bisa berpindah - pindah dan berubah sesuai dengan kecepatan atau pertumbuhan perusahaan. Selain itu, WLAN sendiri mengkombinasikan hubungan antar data dengan penggunaan yang aktif bergerak, dan melalui konfigurasi yang sederhana maka WLAN dapat berpindah - pindah sesuai dengan kebutuhan pengguna.

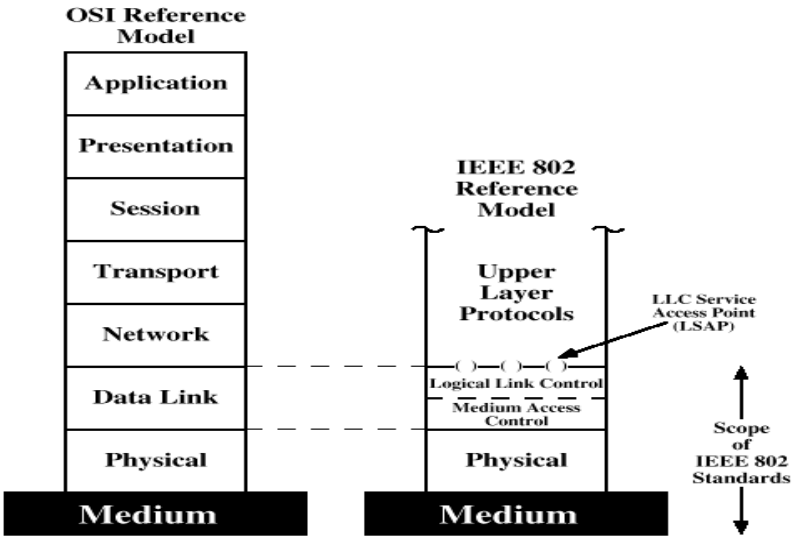
WLAN sama seperti sebuah kartu *Ethernet* yang tidak menggunakan kabel sebagai media penyambungnya, dimana pengguna berhubungan dengan *server* melalui modem radio. Salah satu bentuk modem radio yaitu PC *card* yang digunakan untuk *laptop*.

Dengan adanya WLAN ini, maka biaya pengeluaran yang digunakan untuk membuat suatu infrastruktur jaringan dapat ditekan menjadi lebih

rendah dan mendukung suatu aplikasi jaringan *mobile* yang menawarkan berbagai keuntungan dalam hal efisiensi proses, akurasi, dan biaya pengeluaran.

2.3.1 Standar *Layer Protocol* 802

Sebelum membahas standar *wireless* LAN 802.11, kita harus mengetahui dahulu konstruksi layer pada *protocol* 802. Gambar 2.1 berikut ini menunjukkan perbandingan layer - layer pada *protocol* 802 dengan model OSI.



Gambar 2.1 Perbandingan Layer - layer Pada *Protocol* 802 Dengan Model OSI

Fungsi dari *physical layer* adalah.

- *Encoding / decoding* sinyal – sinyal.
- Transmisi dan penerima bit data.

Fungsi dari *Medium Access Control* (MAC) layer adalah.

- Dalam transmisi, memasukkan data kedalam *frame* dengan *address* dan sebagai *error detection.*
- Dalam penerimaan, memilah *frame* menjadi data dan *address* juga sebagai *error detection.*

Fungsi dari *Logical Link Control* (LLC) layer adalah.

- Sebagai penghubung ke layer yang lebih tinggi dan melakukan kontrol aliran dan *error* (kesalahan).

2.3.2 Standar WLAN 802.11

Seiring dengan perkembangan yang semakin pesat, beberapa pabrikan RF *wireless* mempunyai metode berbeda dalam mengembangkan frekuensi, skema *encoding*, jenis antena, dan protokol jaringan *wireless*. Banyaknya variasi jenis tentu saja tidak menguntungkan bagi para pengguna. Untuk itu pada jaringan *wireless* ditetapkan standarisasi peralatan *wireless* yang disebut standarisasi IEEE 802.11. Dengan berkembangnya waktu, implementasi dari standar ini semakin populer dan meluas. Penambahan ekstensi di belakang 802.11 dipergunakan untuk mengenali beberapa perbaikan dan tambahan fitur dari standar yang telah ditentukan oleh 802.11. Dari sekian banyak standar, ada empat jenis standar yang sering digunakan dan paling dikenal yaitu standar awal 802.11, 802.11a, 802.11b, dan 802.11g. Tabel 2.1 menunjukkan standar – standar WLAN 802.11.

Tabel 2.1 Standar – Standar WLAN 802.11

802.11	Standar dasar WLAN yang mendukung transmisi data 1 Mbps hingga 2 Mbps
802.11a	Standar *High Speed* WLAN untuk 5 GHz *band* yang mendukung hingga 54 Mbps
802.11b	Standar WLAN untuk 2,4 GHz *band* yang mendukung hingga 11 Mbps atau disebut Wi-Fi
802.11e	Perbaikan dari QoS (*Quality of Service*) pada semua *interface* radio IEEE WLAN

802.11f	Mendefinisikan komunikasi inter-*access point* untuk memfasilitasi beberapa vendor yang mendistribusikan WLAN
802.11g	Menetapkan teknik modulasi tambahan untuk 2,4 GHz *band*, yang dimasukkan untuk menyediakan kecepatan hingga 54 Mbps
802.11h	Mendefinisikan pengaturan spektrum 5 GHz *band* yang digunakan di Eropa dan Asia Pasifik
802.11i	Menyediakan keamanan yang lebih baik. Penentuan alamat dimana terdapat kelemahan keamanan pada protokol *Autentifikasi* dan *Enkripsi*
802.11j	Penambahan pengalamatan pada kanal 4,9 GHz hingga 5 GHz untuk standar 802.11a di Jepang

2.3.3 *Wireless Channel*

Jaringan *wireless* menggunakan konsep yang sama dengan stasiun radio, dimana saat ini terdapat dua alokasi frekuensi yang digunakan yaitu 2,4 GHz dan 5 GHz yang bisa dianalogikan sebagai frekuensi radio AM dan FM. Frekuensi 2,4 GHz yang digunakan oleh 802.11b/g juga dibagi menjadi *channel–channel* seperti pembagian frekuensi untuk stasiun radio.

Organisasi internasional ITU (*International Telecomunication Union*) yang bermarkas di Genewa membaginya menjadi 14 *channel* namun setiap negara mempunyai kebijakan tertentu terhadap *channel* ini. Amerika hanya mengijinkan penggunakan *channel* 1-11, Eropa hanya menggunakan 1-13, sedangkan di Jepang diperbolehkan menggunakan semua *channel* yang tersedia yaitu 1-14. Frekuensi *channel* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 *WiFi Channel*

Channel	Frequency (GHz)	range	Channel Range
1	2.412	2.401 - 2.423	1 - 3
2	2.417	2.406 - 2.428	1 - 4
3	2.422	2.411 - 2.433	1 - 5
4	2.427	2.416 - 2438	2 - 6
5	2.432	2.421 - 2.443	3 - 7
6	2.437	2.426 - 2.448	4 - 8
7	2.442	2.431 - 2.453	5 - 9
8	2.447	2.436 - 2.458	6 - 10
9	2.452	2.441 - 2.463	7 - 11
10	2.457	2.446 - 2.468	8 - 11
11	2.462	2.451 - 2.473	9 - 11
12	2.467	2.456 - 2.478	Not US
13	2.472	2.461 - 2.483	Not US
14	2.484	2.473 - 2.495	Not US

2.4 Pengertian Antena

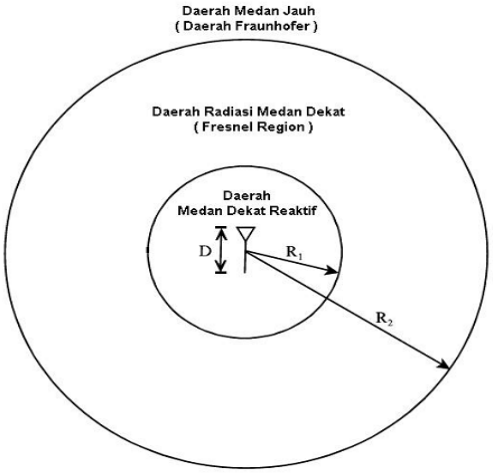
Pada sistem komunikasi radio diperlukan adanya antena sebagai pelepas energi elektromagnetik ke udara atau ruang bebas, atau sebaliknya sebagai penerima energi itu dari ruang bebas. Antena merupakan bagian yang penting dalam sistem komunikasi sehari-hari. Antena kita jumpai pada pesawat televisi, telepon genggam, radio, dan lain-lain.

Antena adalah suatu alat yang mengubah gelombang terbimbing dari saluran transmisi menjadi gelombang bebas di udara, dan sebaliknya. Saluran transmisi adalah alat yang berfungsi sebagai penghantar atau penyalur energi gelombang elektromagnetik. Suatu sumber yang dihubungkan dengan saluran transmisi yang tak berhingga panjangnya menimbulkan gelombang berjalan yang *uniform* sepanjang saluran itu. Jika saluran ini dihubungsingkat maka akan muncul gelombang berdiri yang disebabkan oleh interferensi gelombang datang

dengan gelombang yang dipantulkan. Jika gelombang datang sama besar dengan gelombang yang dipantulkan akan dihasilkan gelombang berdiri murni. Konsentrasi - konsentrasi energi pada gelombang berdiri ini berosilasi dari energi listrik seluruhnya ke energi maknet total dua kali setiap periode gelombang itu.

2.5 Daerah Antena

Daerah antena merupakan pembatas dari karakteristik gelombang elektromagnetika yang dipancarkan oleh antena. Pembagian daerah di sekitar antena dibuat untuk mempermudah pengamatan struktur medan di masing-masing darah antena tersebut Gambar 2.1 menjelaskan tentang daerah-daerah di sekitar antena.



Untuk D = Dimensi maksimum antena

$$R_1 = 0.62\sqrt{\frac{D^3}{\lambda}} \quad \text{.....(2.1)}$$

$$R_2 = \frac{2D^2}{\lambda} \quad \text{.....(2.2)}$$

Gambar 2.2 Daerah Medan Antena

Ruang - ruang di sekitar antena dibagi ke dalam 3 daerah, yaitu.

Daerah – daerah medan antenna :

2.5.1 Daerah Medan Dekat Reaktif

Daerah ini didefenisikan sebagai bagian dari daerah medan dekat di sekitar antena, di mana daerah reaktif lebih dominan. Apabila λ adalah panjang gelombang dan D adalah dimensi terluar antena, untuk kebanyakan antena batas terluar daerah ini adalah :

$$R = 0.6\sqrt{\frac{D^3}{\lambda}} \qquad \text{.....(2.3)}$$

2.5.2 Daerah Medan Dekat Radiasi

Daerah ini didefenisikan sebagai daerah medan antena antara medan dekat reaktif dan daerah medan jauh di mana medan radiasi dominan dan distribusi medan bergantung pada jarak dari antena. Daerah ini sering juga disebut daerah *Freshnel* dimana :

$$0.6\sqrt{\frac{D^3}{\lambda}} \leq R < \frac{2D^2}{\lambda} \qquad \text{.....(2.4)}$$

2.5.3 Daerah Medan Jauh

Daerah medan jauh *Fraunhofer* merupakan daerah paling terjauh dari antena di mana distribusi medan tidak lagi bergantung kepada jarak dari antena. Di daerah ini, komponen medan *transversal* dan distribusi *angular* tidak bergantung pada jarak radial di mana pengukuran dibuat. Semua spesifikasi diperoleh dari pengukuran yang dilakukan di daerah ini, dengan syarat :

$$R = \frac{2D^2}{\lambda} \qquad \text{.....(2.5)}$$

2.6 Parameter Antena

Kinerja dan daya guna suatu antena dapat dilihat dari nilai parameter-parameter antena tersebut. Beberapa dari parameter tersebut saling berhubungan satu sama lain. Parameter - parameter antena yang biasanya digunakan untuk menganalisis suatu antena adalah impedansi masukan*, Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), *return loss, bandwidth*, keterarahan, dan penguatan.

2.6.1 Impedansi Masukan

Impedansi masukan adalah perbandingan (*ratio*) antara tegangan dan arus. Impedansi masukan ini bervariasi untuk nilai posisi tertentu.

$$Z_{in} = R_{in} + j\,X_{in} \qquad \text{.....(2.6)}$$

Di mana *Zin* merupakan perbandingan antara jumlah tegangan antara tegangan masuk dan tegangan refleksi (V) terhadap jumlah arus (I) pada setiap titik z pada saluran, berbeda dengan karakteristik impedansi saluran (Z_0) yang berhubungan dengan tegangan dan arus pada setiap gelombang.

2.6.2 *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR)

VSWR adalah 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 yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ), yaitu :

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \qquad \text{.....(2.7)}$$

di mana Z_L adalah impedansi beban (*load*) dan Z_0 adalah impedansi saluran *lossless.*

Koefisien refleksi tegangan (r) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari r adalah nol, maka :

a. : r = -1 refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat.

b. : r = 0 tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *matched* sempurna.

c. : r = -1 refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Rumus untuk mencari nilai VSWR adalah:

$$S = \frac{|V|max}{|V|min} = \frac{1+|r|}{1-|r|} \quad \text{.....(2.8)}$$

Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 (S=1) yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan matching sempurna. Namun kondisi ini pada praktiknya sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu, nilai standar VSWR yang diijinkan untuk fabrikasi antena adalah VSWR≤2.

2.6.3 *Return Loss*

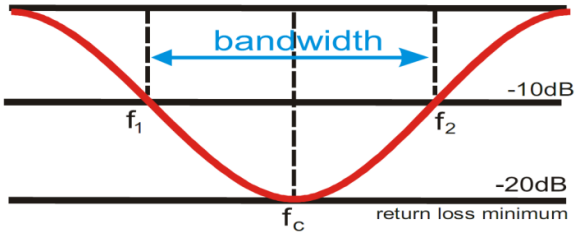
Return loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return loss* dapat terjadi karena adanya *diskontinuitas* di antara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban antena. Pada rangkaian gelombang mikro yang memiliki diskontinuitas (*mismatched)*, besarnya *return loss* bervariasi tergantung pada frekuensi seperti yang ditunjukkan oleh :

$$return\ loss = -20 \log |\Gamma| \text{.....(2.9)}$$

Nilai dari *return loss* yang baik adalah di bawah -9,54 dB, nilai ini diperoleh untuk nilai VSWR ≤ 2 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 menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah antena sudah dapat bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak.

2.6.4 *Bandwidth*

Bandwidth suatu antena didefenisikan sebagai rentang frekuensi di mana kinerja antena yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, polarisasi, *beamwidth*, *gain*, efisiensi, *VSWR, return loss*) memenuhi spesifikasi standar.



Gambar 2.3 Rentang Frekuensi yang Menjadi *Bandwith*

Bandwith dapat dicari dengan rumus berikut ini:

$$\boldsymbol{BW} = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \boldsymbol{x\ 100\ \%} \quad \text{..... (2.10)}$$

Keterangan :

f_2 = frekuensi tertinggi

f_1 = frekuensi terendah

f_c = frekuensi tengah

Ada beberapa jenis *bandwidth* di antaranya :

a) *Impedance bandwidth*, yaitu rentang frekuensi di mana *patch* antena berada pada keadaan *matching* dengan saluran pencatu. Hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antena bervariasi nilainya tergantung dari nilai frekuensi. Nilai *matching* ini dapat dilihat dari *return loss* dan VSWR. Nilai *return loss* dan VSWR yang masih dianggap baik adalah kurang dari -9,54 dB.

b) *Pattern bandwidth*, yaitu rentang frekuensi di mana *bandwidth, sidelobe*, atau *gain*, yang bervariasi menurut frekuensi memenuhi nilai tertentu. Nilai tersebut harus ditentukan pada awal perancangan antena agar nilai *bandwidth* dapat dicari.

c) *Polarization* atau *axial ratio bandwidth* adalah rentang frekuensi di mana polarisasi (*linier* atau melingkar) masih terjadi. Nilai *axial ratio* untuk polarisasi melingkar adalah kurang dari 3 dB.

2.6.5 Keterarahan (*Directivity*)

Keterarahan dari sebuah antena dapat didefenisikan sebagai perbandingan (*ratio)* intensitas radiasi sebuah antena pada arah tertentu dengan intensitas radiasi rata-rata pada semua arah. Intensitas radiasi rata - rata sama dengan jumlah daya yang diradiasikan oleh antena dibagi dengan 4π. Jika arah tidak ditentukan, arah intensitas radiasi maksimum merupakan arah yang dimaksud. Keterarahan ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\boldsymbol{D} = \frac{\boldsymbol{U}}{\boldsymbol{U_0}} = \frac{\boldsymbol{4\,\pi\,U}}{\boldsymbol{P_{rad}}} \quad \text{.....(2.11)}$$

Dan jika arah ini tidak ditentukan, keterarahan terjadi pada intensitas radiasi maksimum yang didapat dengan rumus :

$$\boldsymbol{D_{max} = D_0 = \frac{U_{max}}{U_o} = \frac{4\pi U_{max}}{P_{rad}}} \quad \text{.....(2.12)}$$

Keterangan :

D = keterarahan

D_0 = keterarahan maksimum

U = intensitas radiasi maksimum

U_{max} = intensitas radiasi maksimum

U_0 = intensitas radiasi pada sumber *isotropic*

P_{rad} = daya total radiasi

2.6.6 Penguatan (*Gain*)

Ada dua jenis penguatan (*gain*) pada antena, yaitu penguatan *absolut* (*absolute gain*) dan penguatan relatif (*relative gain*). Penguatan *absolut* pada sebuah antena didefenisikan sebagai perbandingan antara intensitas pada arah tertentu dengan intensitas radiasi yang diperoleh jika daya yang diterima oleh antena teradiasi secara *isotropic*. Intensitas radiasi yang berhubungan dengan daya yang diradiasikan secara *isotropic* sama dengan daya yang diterima oleh antena (P_{in}) dibagi dengan 4π. Penguatan *absolut* ini dapat dihitung dengan rumus :

$$\boldsymbol{gain = \frac{U(\theta,\phi)}{\frac{P_{in}}{4\pi}}} \quad \text{.....(2.13)}$$

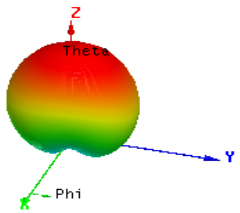
Selain penguatan *absolut*, ada juga penguatan relatif. Penguatan relatif didefenisikan sebagai perbandingan antara perolehan daya pada sebuah arah dengan perolehan daya pada antena referensi pada arah yang direferensikan juga.

Daya masukan harus sama di antara kedua antena itu. Akan tetapi, antena referensi merupakan sumber *isotropic* yang *lossless*. Secara umum dapat dihubungkan sebagai berikut :

$$G = d\frac{4\pi U(\theta,\varphi)}{P_{in}(lossless)} \quad \text{.....(2.14)}$$

2.6.7 Pola Radiasi

Pola radiasi pada sebuah antena didefenisikan sebagai sebuah fungsi matematis atau sebuah gambaran grafis dari komponen - komponen radiasi sebuah antena. Pola radiasi biasanya digambarkan dalam daerah medan jauh dan ditunjukkan sebuah fungsi koordinat direksional.



Gambar 2.4 Pola Radiasi *Directional*

2.6.8 Frekuensi Resonansi

Frekuensi resonansi sebuah antena dapat diartikan sebagai frekuensi kerja antena di mana pada frekuensi tersebut seluruh daya dipancarkan secara maksimal. Pada umumnya frekuensi resonansi menjadi acuan menjadi frekuensi kerja antena.

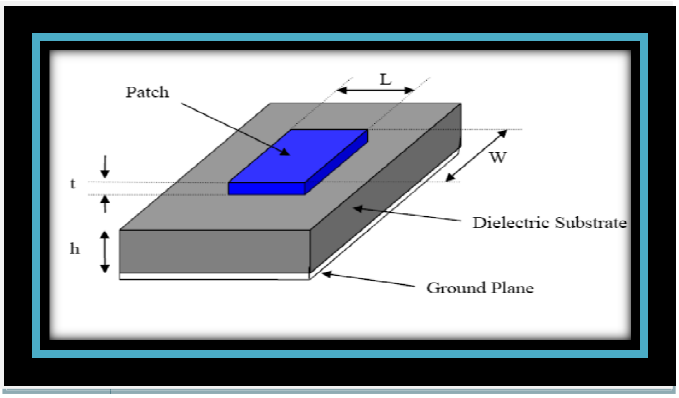
2.7 Antena Mikrostrip

Salah satu antena yang paling populer saat ini adalah antena mikrostrip. Hal ini disebabkan karena antena mikrostrip sangat cocok digunakan untuk

perangkat telekomunikasi yang sekarang ini sangat memperhatikan bentuk dan ukuran.

2.7.1 Pengertian Antena Mikrostrip

Berdasarkan asal katanya, mikrostrip terdiri atas dua kata, yaitu *micro* (sangat tipis/kecil) dan *strip* (bilah/potongan). Antena mikrostrip dapat didefenisikan sebagai salah satu jenis antena yang mempunyai bentuk seperti bilah/potongan yang mempunyai ukuran sangat tipis/kecil.



Gambar 2.5 Struktur Antena Mikrostrip

Gambar 2.5 menunjukkan struktur dari sebuah antena mikrostrip. Secara umum, antena mikrostrip terdiri atas 3 bagian, yaitu *patch, substrat*, dan *ground plane. Patch* terletak di atas *substrat*, sementara *groundplane* terletak pada bagian paling bawah.

Pada umumnya, *patch* terbuat dari logam konduktor seperti tembaga atau emas dan mempunyai bentuk yang bermacam - macam. Bentuk *patch* antena mikrostrip yang sering dibuat, misalnya segi empat, segi tiga, lingkaran, dan lain-lain. *Patch* berfungsi sebagai pemancar (*radiator*). *Patch* dan saluran pencatu biasanya terletak di atas *substrat.* Tebal *patch* dibuat sangat tipis. *Substrat* terbuat

dari bahan - bahan dielektrik. *Substrat* biasanya mempunyai tinggi (h) antara 0,003 λ0 – 0,05λ0.

Tabel 2.3 Nilai Konstanta Dielektrik Beberapa Bahan Dielektrik

Bahan dielektrik	**Nilai konstanta dielektrik (ε_r)**
FR4 Epoxy	4,1 - 4,4
Alumina	9,8
Material sintetik – Teflon	2,08
Material komposit – Duroid	2,2 - 10,8
Ferimagnetik – Ferrite	9 - 16
Semikonduktor – Silikon	11,9
Fiberglass	4,882

Tabel 2.3 menunjukkan nilai permeativitas relatif bahan dielektrik yang sering digunakan untuk membuat substrat antena mikrostrip. Tampak bahwa semikonduktor (*silikon*) memiliki nilai ε_r yang lebih tinggi dan teflon memiliki nilai ε_r yang lebih rendah.

Antena mikrostrip mempunyai nilai radiasi yang paling kuat terutama pada daerah pinggiran di antara tepi *patch.* Untuk performa antena yang baik, biasanya substrat dibuat tebal dengan konstanta dielektrik yang rendah. Hal ini akan menghasilkan efisiensi dan radiasi yang lebih baik serta *bandwidth* yang lebih lebar, namun akan menambah ukuran dari antena itu sendiri. Oleh sebab itu, kejelian dalam menetapkan spesifikasi, ukuran, dan performa akan menghasilkan antena mikrostrip yang mempunyai ukuran yang kompak dengan performa yang masih dalam batas toleransi.

2.7.2 Kelebihan dan Kekurangan Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip mengalami peningkatan popularitas terutama dalam aplikasi *wireless* karena strukturnya yang *low profile*. Selain itu, antena mikrostrip juga kompatibel dan dapat diintegrasikan langsung dengan sirkuit utamanya, seperti pada *handphone, missile*, dan peralatan lainnya. Pada zaman sekarang, pemakaian antena mikrostrip menjadi semakin berkembang. Hampir semua peralatan telekomunikasi *wireless* yang ada tidak menunjukkan sebuah fisik antena. Hal ini karena peralatan telekomunikasi tersebut menggunakan antena mikrostrip yang dapat diintegrasikan langsung dengan MICs-nya.. Beberapa keuntungan dari antena mikrostrip adalah.

1. Mempunyai bobot yang ringan dan *volume* yang kecil.
2. Konfigurasi yang *low profile* sehingga bentuknya dapat disesuaikan dengan perangkat utamanya.
3. Biaya fabrikasi yang murah sehingga dapat dibuat dalam jumlah yang besar.
4. Mendukung polarisasi *linear* dan sirkular.
5. Dapat dengan mudah diintegrasikan dengan *microwave integrated circuits* (MICs)
6. Kemampuan dalam *dual frequency* dan *triple frequency*.
7. Tidak memerlukan catuan tambahan.

Namun, antena mikrostrip juga mempunyai beberapa kelemahan, yaitu.

1. *Bandwidth* yang sempit.
2. Efisiensi yang rendah.
3. Penguatan yang rendah.

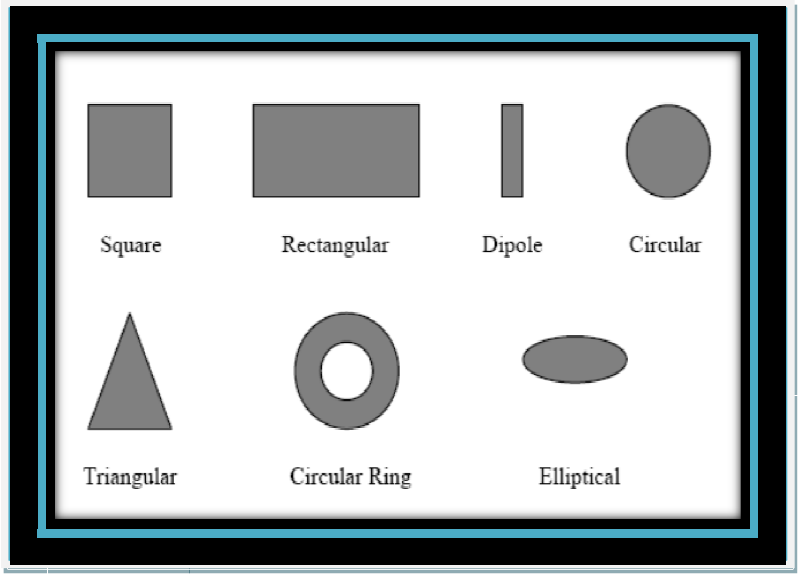
4. Memiliki rugi - rugi hambatan (*ohmic loss*) pada pencatuan antena *array*.
5. Memiliki daya (*power*) yang rendah.
6. Timbulnya gelombang permukaan (*surface wave*).

2.7.3 Jenis – jenis Antena Mikrostrip

Berdasarkan bentuk *patch* nya antena mikrostrip terbagi menjadi.

a) Antena mikrostrip *patch* persegi (*square*)
b) Antena mikrostrip *patch* persegi panjang (*rectangular*)
c) Antena mikrostrip *patch Dipole*
d) Antena mikrostrip *patch* lingkaran (*circular*)
e) Antena mikrostrip *patch* segitiga (*triangular*)
f) Antena mikrostrip *patch circular ring*
g) Antena mikrostrip *patch elips* (*elliptical*)

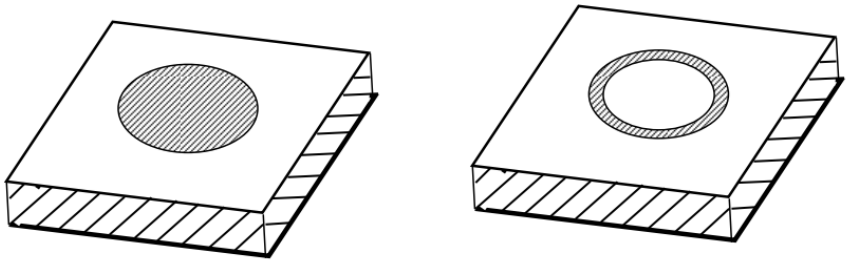
Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Jenis-jenis *Patch* Antena Mikrostrip

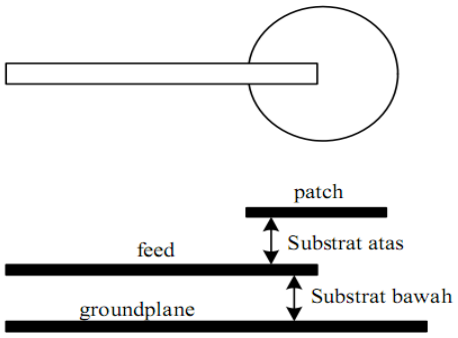
2.8 Antena Mikrostrip *Patch* Sirkular

Antena mikrostrip dengan *patc*h sirkular akan memilki performa yang sama dengan antena mikrostrip *patch* segi empat. Pada aplikasi tertentu, seperti *array, patch* sirkular ini akan menghasilkan keuntungan dibandingkan dengan *patch* yang lainnya.



Gambar 2.7 *Patch* Lingkaran (*Elips*) dan *Patch* Ring

Antena mikrostrip dengan *patch* sirkular ini akan lebih mudah dimodifikasi untuk menghasilkan jarak nilai impedansi, pola radiasi, dan frekuensi kerja. Untuk menganalisis antena mikrostrip *patch* sirkular ini banyak metode yang telah digunakan, termasuk diantaranya dengan menggunakan model rongga (*cavity model*), *mode matching* dengan admitansi tepi, model saluran transmisi umum, persamaan pendekatan integral. Untuk lebih memahami antena mikrostrip *patch* sirkular ini dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Antena Mikrostrip *Patch* Sirkular Tampak Atas

2.8.1 Pemilihan Substrat dan Jari – jari *Patch*

Pertimbangan memilih substrat untuk antenna mikrostrip *patch* sirkular sama seperti antena mikrostrip *patch* persegi panjang, yaitu dimulai dengan memilih bahan dielektrik yang cocok dengan menyesuaikan tingkat ketebalan *h* dan rugi - rugi garis singgung. Semakin tebal substrat, di samping secara mekanik akan lebih kuat, akan menigkatkan daya radiasi, mengurangi rugi - rugi konduktor, dan memperbaiki impedansi *bandwidth*. Bagaimanapun hal ini juga akan meningkatkan berat, rugi - rugi dielektrik, rugi - rugi gelombang permukaan, dan radiasi yang tidak berhubungan dari penyulang pemeriksa. Konstanta substrat dielektrik ε_r memiliki fungsi yang sama seperti ketebalan substrat. Nilai ε_r yang rendah akan meningkatkan daerah pinggir dari keliling *patch*, sehingga akan meradiasikan daya. Oleh karena itu substrat dengan nilai $\varepsilon_r \leq 2.5$ lebih baik kecuali jika diinginkan ukuran *patch* yang lebih kecil. Meningkatnya ketebalan substrat akan memiliki dampak yang sama ketika menurunya nilai ε_r dari karakteristik antena. Rugi - rugi garis singgung yang tinggi akan meningkatkan rugi - rugi dielektrik dan oleh karena itu hal ini akan menurunkan efisiensi antena. Bahan yang biasa digunakan sebagai substrat diantaranya adalah *honeycomb* (ε_r = 1.07), *duroid* (ε_r = 2.32), *quartz* (ε_r = 3.8), dan *alumina* (ε_r = 10). Jadi substrat yang digunakan haruslah memiliki konstanta dielektrik yang rendah. Hal ini bertujuan agar diperoleh efisiensi radiasi yang lebih tinggi. Selain itu substrat yang semakin tebal akan meningkatkan impedansi *bandwidth.* Metalisasi *patch* dengan jari - jari α ditentukan oleh kondisi resonansi, yaitu Untuk orde yang paling rendah (n = 1) berlaku.

Frekuensi cutoff mode TM pada bumbung gelombang memberikan frekuensi resonansi pada antena mikrostrip dengan tempelan sirkular seperti yang diberikan oleh persamaan :

$$f_{n\,m} = \frac{X'_{n\,m} c}{2\pi a_e \sqrt{\varepsilon_r}} \quad \text{..... (2.15)}$$

Dimana $X'_{n\,m} = X_{m\,n}$ adalah akar turunan fungsi besel J_n (x) pada orde n, $f_{n\,m}$ merupakan frekuensi kerja $TM_{n\,m}$ dengan m dan n adalah mode propagasi yang digunakan, a_e merupakan jari - jari efektif antena , ε_r adalah permitifitas bahan dielektrik, selanjutnya untuk menghitung lingkaran mikrostrip antena menggunakan persamaan berikut :

$$a_e = a\left[1 + \frac{2h}{\pi a \varepsilon_r}\left(ln\frac{\pi a}{2h} + 1.7726\right)^{\frac{1}{2}}\right] \quad \text{.....(2.16)}$$

Dimana a adalah jari-jari fisik *patch* antena dan h adalah ketebalan substrat dielektrik yang digunakan. Dalam perancangan, ukuran yang digunakan untuk jari-jari *patch* adalah a yang merupakan jari-jari fisik antena. Penggabungan rumus (2.15) dan (2.16) untuk memperoleh jari - jari guna menghasilkan frekuensi resonansi yang lebih teliti, yaitu :

$$a_e = \frac{X'_{n\,m} c}{2\pi f_{n\,m} \sqrt{\varepsilon_r}} \quad \text{.....(2.17)}$$

$X'_{n\,m}$ adalah akar-akar dari J'_n (x) = 0, c adalah kecepatan cahaya = 3 x 10^8 m/s. Sehingga a dan a_e akan hampir sama, dengan penurunan persamaan (2.18). akan diperoleh a, jari-jari fisik mikrostrip sirkular :

$$a = \frac{k}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \varepsilon_r k}\left[ln\left(\frac{\pi k}{2h}\right) + 1.7726\right]^{\frac{1}{2}}\right\}} \quad \text{.....(2.17)}$$

Keterangan :

a = jari-jari *patch* antena

h = tebal dielektrik (mm)

k = variabel pengganti karena a_e dan a dianggap sama

ε_r= nilai permitivitas

2.8.2 Efek Dari Ukuran Substrat Dan *Groundplane* Yang Terbatas

Karakteristik antena digambarkan sangat jauh untuk mengasumsikan ukuran yang tidak terbatas dari substrat dan *ground plane*. Dalam prakteknya ukuran dari keduanya terbatas dan akan mempengaruhi karakteristik yang telah dianjurkan untuk tingkat ketebalan dari substrat. *Kishk* dan *Shafai* telah mempelajari efek dari ukuran yang terbatas ini terhadap daerah radiasi dan amplitudo *eksitasi* untuk berbagai macam mode. *Bhattacharyya* telah menentukan efek dari ukuran yang tetap ini terhadap *impedansi input*, pola radiasi, *efisiensi* dan *gain*.

Radiasi didekat arah *broadside* yang utama ditentukan oleh *patch*. Ukuran dari substrat dan *ground plane* yang terbatas akan mempengaruhi radiasi didekat arah *end-fire*, dan khususnya daerah di belakang antena. Hal ini menunjukkan bahwa pola radiasi dari berbagai macam mode tersebut secara sederhananya dapat dikendalikan oleh ukuran *ground plane.*

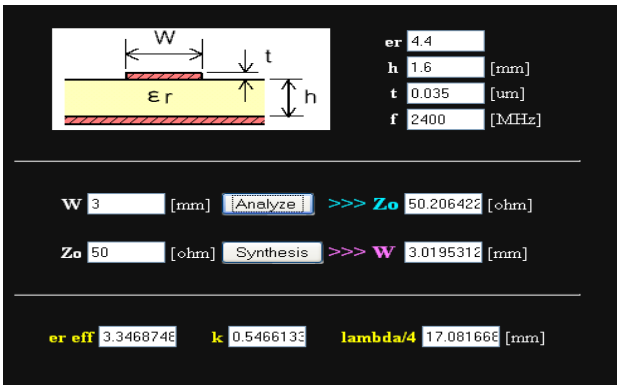
2.8.3 Teknik Pencatuan

Antena mikrostrip dapat dicatu dengan beberapa metode. Metode - metode ini dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori, yaitu terhubung (*contacting*) dan tidak terhubung (*non-contacting*). Pada metode terhubung, daya RF dicatukan

secara langsung ke *patch* radiator dengan menggunakan elemen penghubung. Pada metode tidak terhubung, dilakukan pengkopelan medan elektromagnetik untuk menyalurkan daya di antena saluran mikrostrip dengan *patch*. Beberapa teknik pencatuan yang sering digunakan, yaitu : *teknik microstrip line, coaxial probe, aperture coupling* dan *proximity coupling*. Dalam hal ini perancangan dilakukan dengan teknik pencatu *micristip line*.

2.8.4 Perancangan Lebar Saluran Pencatu 50 Ω

Pada saat pengukuran pencatu antenna mikrostrip akan dihubungkan dengan konektor SMA 50 Ω. Dengan demikian dalam perancangan pencatu antenna mikrostrip perlu impedansi masukan (Z_{in}) 50 Ω. Untuk mendapatkan nilai impedansi saluran pencatu 50 Ω, dapat dilakukan dengan mencari lebar saluran pencatu. Dengan menggunakan perangkat lunak *Em-Talk* dan memasukan beberapa parameter yang dibutuhkan, maka secara otomatis akan diketahui nilai lebar impedansi 50 Ω. Pada Gambar 2.9 merupakan tampilan dari perangkat lunak *Em-Talk*, karena pencatuan merupakan hal yang sangat penting dalam antenna mikrostrip perlu adanya ketepatan dalam menentukan pencatu.



Gambar 2.9 Perangkat Lunak Em-Talk

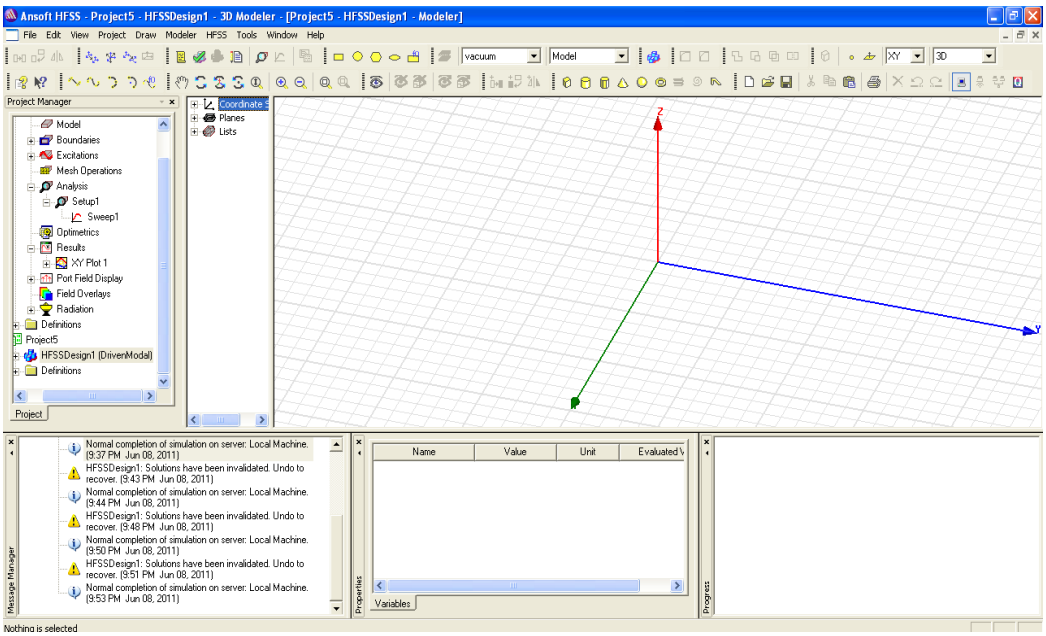
Seperti terlihat pada Gambar 2.9, maka didapatkan lebar saluran trnsmisi sebesar 3 mm.

2.9 Simulator *Ansoft* HFSS v 11.0

Dalam tugas akhir ini simulator yang digunakan adalah *Ansoft* HFSS 10.0. Pada HFSS, model geometri secara otomatis dibagi kedalam sejumlah besar tetrahedron. HFSS adalah simulator gelombang elektromagnetik penuh dengan performa yang baik untuk pemodelan benda 3 dimensi yang memiliki volume yang berubah - ubah. HFSS ini menyatukan proses simulasi, visualisasi, dan proses pemodelan kedalam suatu bentuk yang mudah untuk dipelajari. Simulator ini dapat dimanfaatkan untuk menghitung parameter seperti S parameter, frekuensi resonansi, dan medan. Simulator ini khususnya digunakan pada bidang:

- *Package Modeling → BGA, QFP, Flip-Chip*
- *PCB Board Modeling → Power/Ground planes, Mesh Grid Grounds,Backplanes*
- *Silicon/GaAs → Spiral Inductors, Transformers*
- *EMC/EMI → Shield Enclosures, Coupling, Near- or Far-Field Radiation*
- *Antennas/Mobile Communications → Patches, Dipoles, Horns, ConformalCell Phone Antennas, Quadrafilar Helix, Specific Absorption Rate(SAR), Infinite Arrays, Radar Cross Section(RCS), Frequency Selective Surfaces(FSS)*
- *Connectors – Coax, SFP/XFP, Backplane, Transitions*

HFSS adalah simulator interaktif yang elemen dasar *mesh* nya adalah *tetrahedron*. Hal ini membuat kita dapat menyelesaikan persoalan yang berhubungan dengan bentuk geometri 3 dimensi yang berubah - ubah khususnya yang memilki bentuk dan kurva yang kompleks. HFSS adalah kependekan dari *High Frequency Structure Simulator*. Ansoft merupakan *software* pelopor yang menggunakan *Finite Element Method* (FEM) untuk simulasi elektromagnetik dengan mengembangkan serta menerapkan teknologi seperti *tangential vector finite elements, adaptive meshing,* dan *Adaptive Lanczos-Pade Sweep* (ALPS). Adapun tampilan dari HFSS dapat dilihat pada Gambar 2.10

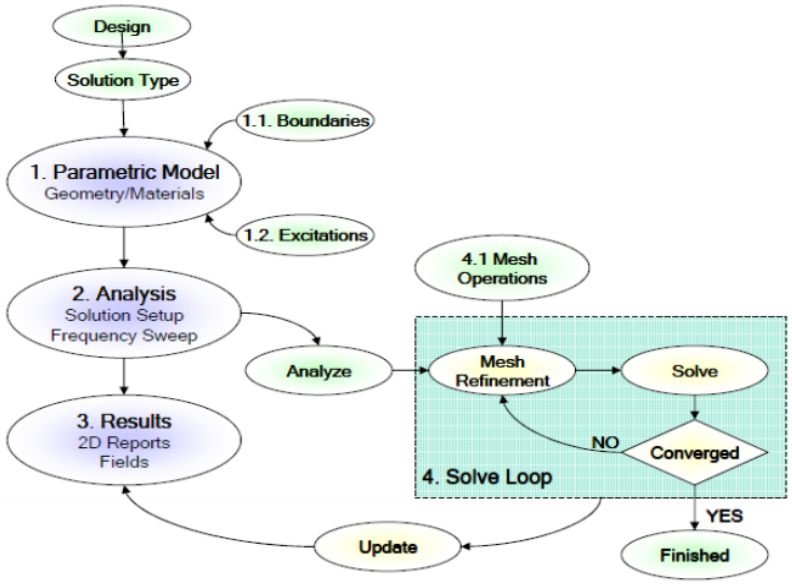


Gambar 2.10 Tampilan Awal Ansoft HFSS v11.0

2.10 Proses Pencarian Solusi Simulator Ansoft HFSS v 11.0

Untuk mendapatkan grafik SWR suatu antena, bisa dicari dari nilai koefisien pantul (Γ) dan koefisien pantul ini erat hubungannya dengan parameter

S. Sebelum mengkomputasi nilai SWR kedalam grafik, maka HFSS Menghitung dulu nilai matrik parameter S pada suatu struktur *port* tertentu dalam setiap frekuensi dan hal ini dilakukan dengan skema sebagai berikut :



Gambar 2.11 Proses Pencarian Solusi HFSS 11.0

Dari Gambar 2.11 dapat dijelaskan bahwa :

- Tipe solusi yang digunakan pada simulator Ansoft HFSS 11.0 ada 3 yaitu *driven modal, driven terminal,* dan *eigenmode*. Untuk pemodelan tentang antena, saluran mikrostrip, dan *waveguide*, dipergunakan tipe solusi *driven modal.* Tipe ini dipergunakan karena merupakan tipe khusus untuk mengkalkulasi mode dasar parameter S untuk elemen pasif berstruktur frekuensi tinggi yang arus tegangannya dikendalikan oleh sumber generator.
- Parametric model adalah susunan yang terdiri dari bentuk geometri dan material yang tersusun didalamnya, yang akan membangun bentuk

pemodelan simulasi. Pada tahap ini juga, kita memberikan pembatasaan lingkup pada *device* pemodelan (*Boundaries*) dan mendefinisikan letak pencatuan model (*Excitation*).

- Sebelum proses simulasi pencarian solusi dilakukan maka harus diinisialisasikan parameter analisa terlebih dahulu (*solution setup*). Parameter ini meliputi:
    1. Frekuensi unit. Parameter ini berfungsi untuk menentukan nilai frekuensi kerja mesh dalam proses pencarian solusi yang menggunakan sistem *adaptive mesh.*
    2. Nilai maksimum jumlah siklus *mesh.* Nilai ini adalah kriteria nilai jumlah siklus *mesh* untuk menghentikan proses pencarian solusi *adaptive.*
    3. Delta S. Nilai ini adalah nilai perubahan didalam magnituda parameter S antara dua lintasan yang saling berhubungan

Pada tahap ini juga kita memberikan nilai *range* frekuensi (*frequency sweep*) yang merupakan *range* frekuensi yang akan dicari nilai solusinya.