BAB II

TEORI DASAR

2.1 Umum

Pada bab ini akan dijelaskan tentang teori-teori yang mendasari permasalahan dan penyelesaian tugas akhir ini. Diantaranya adalah pengenalan antena, besaran - besaran pada antena, diagram radiasi, gain, VSWR antena dan macam - macam antena. Selanjutnya akan dijelaskan pula mengenai pengenalan *wireless* LAN.

2.2 Pengenalan Antena

Antena adalah suatu piranti yang digunakan untuk merambatkan dan menerima gelombang radio atau elektromagnetik. Pemancaran merupakan satu proses perpindahan gelombang radio atau elektromagnetik dari saluran transmisi ke ruang bebas melalui antena pemancar. Sedangkan penerimaan adalah satu proses penerimaan gelombang radio atau elektromagnetik dari ruang bebas melalui antena penerima. Karena merupakan perangkat perantara antara saluran transmisi dan udara, maka antena harus mempunyai sifat yang sesuai (*match*) dengan saluran pencatunya.

Secara umum, antena dibedakan menjadi antena isotropis, antena *omnidirectional*, antena *directional*, antena *phase array*, antena optimal dan antena adaptif. Antena isotropis (*isotropic*) merupakan sumber titik yang memancarkan daya ke segala arah dengan intensitas yang sama, seperti permukaan bola. Antena ini tidak ada dalam kenyataan dan hanya digunakan

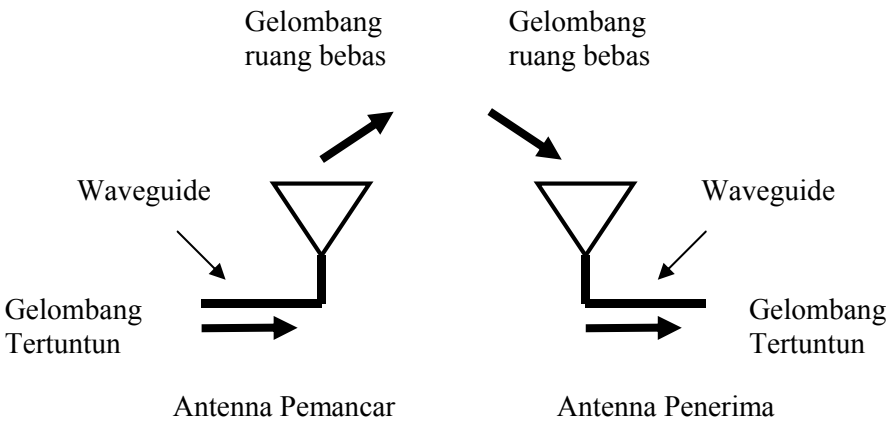
sebagai dasar untuk merancang dan menganalisa struktur antena yang lebih kompleks. Antena *omnidirectional* adalah antena yang memancarkan daya ke segala arah, dan bentuk pola radiasinya digambarkan seperti bentuk donat (*doughnut*) dengan pusat berimpit. Antena ini ada dalam kenyataan, dan dalam pengukuran sering digunakan sebagai pembanding terhadap antena yang lebih kompleks. Contoh antena ini adalah antena dipole setengah panjang gelombang. Antena *directional* merupakan antena yang memancarkan daya ke arah tertentu. Gain antena ini relatif lebih besar dari antena *omnidirectional*. Contoh, suatu antena dengan gain 10 dBi (kadang-kadang dinyatakan dengan "dBic" atau disingkat "dB" saja). Artinya antena ini pada arah tertentu memancarkan daya 10 dB lebih besar dibanding dengan antena isotropis. Ketiga jenis antena di atas merupakan antena tunggal, dan bentuk pola radiasinya tidak dapat berubah tanpa merubah fisik antena atau memutar secara mekanik dari fisik antena.

Selanjutnya adalah antena *phase array*, yang merupakan gabungan atau konfigurasi *array* dari beberapa antana sederhana dan menggabungkan sinyal yang menginduksi masing-masing antena tersebut untuk membentuk pola radiasi tertentu pada keluaran *array*. Setiap antena yang menyusun konfigurasi *array* disebut dengan elemen *array*. Arah gain maksimum dari antena *phase array* dapat ditentukan dengan pengaturan fase antar elemen-elemen *array*.

Antena optimal merupakan suatu antena dimana penguatan (*gain*) dan fase relatif setiap elemennya diatur sedemikian rupa untuk mendapatkan kinerja *(performance)* pada keluaran yang seoptimal mungkin. Kinerja yang dimaksud kinerja antara lain *signal to interference ratio*, SIR atau *signal to interference plus*

noise ratio, SINR. Optimasi kinerja dapat dilakukan dengan menghilangkan atau meminimalkan penerimaan sinyal-sinyal tak dikehendaki (interferensi) dan mengoptimalkan penerimaan sinyal yang dikehendaki.

Antena adaptif merupakan pengembangan dari antena antena *phase array* maupun antena optimal, dimana arah gain maksimum dapat diatur sesuai dengan gerakan dinamis (*dinamic fashion*) obyek yang dituju. Antena dilengkapi dengan *Digital Signal Proccessor* (DSP), sehingga secara dinamis mampu mendeteksi dan melecak berbagai macam tipe sinyal, meminimalkan interferensi serta memaksimalkan penerimaan sinyal yang diinginkan.



Gambar 2.1 Diagram Dasar Antena

2.3 Besaran-besaran Penting Pada Antena

Ada beberapa besaran penting sebagai karakteristik dari setiap antena. Besaran ini menentukan dimana antena tersebut akan diaplikasikan. Besaran-besaran penting dari setiap antena biasanya ditentukan pada pengamatan medan jauh (*far-*

field). Teknik pengukuran besaran antena adalah proses mengukur besaran-besaran karakteristik dari antenna, seperti

Diagram Radiasi : sebagai besaran yang menentukan ke arah sudut mana sebuah antena memancarkan energinya.

Direktivitas D : besaran yang menyatakan perbandingan antara kerapatan daya maksimal dengan kerapatan rata-rata

Gain G : direktivitas dikurangi dengan kerugian pada antena. Pada antena yang tak memiliki kerugian, G = D.

Polarisasi : menyatakan arah dan orientasi dari medan listrik dalam perambatannya dari antenna pemancar.

Impedansi : impedansi masukan antena dilihat dari rangkaian elektronika, penting untuk menghindari mismatching.

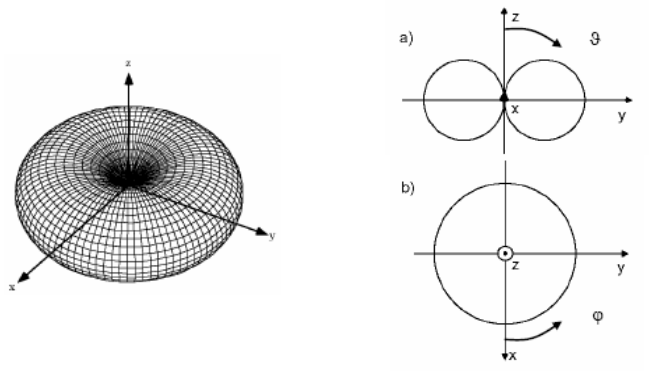
Bandwidth : lebar pita frekuensi, di interval ini performance antena masih dianggap baik

2.3.1 Diagram Radiasi

Diagram radiasi adalah besaran yang paling penting pada antena. Diagram radiasi merepresentasikan distribusi energi yang dipancarkan oleh antena di ruang. Besaran ini diukur/dihitung pada medan jauh (*far-field*) dengan jarak yang konstan ke anten dan divariasikan terhadap sudut, biasanya sudut θ dan φ.

Sebagai contoh sederhana adalah antena dipole yang diletakkan di sumbu asal dari sistem koordinat. Antena ini mempunyai diagram pancar secara

tiga dimensi seperti yang terlihat gambar 2.2. Sebuah bentuk konsentrasi energi yang seperti bentuk donat. Jika kita amati karakteristik radiasi dari antenna ini pada bidang horizontal (bidang H/H *plane*) berbentuk lingkaran. Dalam kordinat polar, artinya jika bergerak pada bidang horizontal pada jarak yang konstan, maka kita akan mendapatkan energi yang sama, ke sudut φ manapun kita bergerak. Tetapi jika kita amati pada bidang vertical (bidang E/E *plane*), kita potong donat tersebut misalnya dengan bidang yz maka akan kita dapatkan bentuk seperti gambar 2.2 dibawah ini. Dalam kordinat polar berarti, pada sudut θ=0˚ tak ada pancaran, dan dengan membesarnya θ akan membesar pula kontribusi pancaran kearah sudut itu, sampai mencapai maksimalnya pada θ=90˚, kemudian mengecil, dan kembali nol pada θ=180˚.



Gambar 2.2 Bentuk Konsentrasi Energi

2.3.2 Direktivitas dan Gain

Karakteristik pancar antena didefinisikan pada medan jauh (*far field*), yang mana pada kondisi medan jauh ini, pada suatu radiyus tertentu, kita akan mendapatkan medan listrik yang merupakan fungsi dari sudut θ dan φ, $E(\vartheta ,\varphi)$ dan medan magnet yang juga merupakan fungsi dari kedua sudut tersebut, $H(\vartheta ,\varphi)$ kedua saling terkait, satu dengan lainnya sesuai dengan

$$H(\vartheta,\varphi)=\frac{1}{Z_o}E(\vartheta,\varphi) \quad \text{.....(2.1)}$$

Zo adalah impedansi gelombang $Z_o=\sqrt{\mu_o/\varepsilon_o}$ ruang bebas, dengan Secara nilai medan magnet proporsional dengan medan listrik vektor Pointing (kerapatan daya), yang secara singkatnya di sini dituliskan dengan

$$\vec{S}(\vartheta,\varphi)=\frac{1}{2Z_o}E^2(\vartheta,\varphi)\vec{a}_r \quad \text{.....(2.2)}$$

Vektor Pointing menggambarkan aliran daya, yang pada rumus di atas mempunyai arah radial keluar dari antena.

2.3.3 VSWR

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) merupakan kemampuan suatu antena untuk bekerja pada frekuensi yang diinginkan. Pengukuran VSWR berhubungan dengan pengukuran koefisien refleksi dari antena tersebut. VSWR sangat dipengaruhi oleh impedansi input. Impedansi antena penting untuk pemindahan daya dari pemancar ke antena dan dari antena ke penerima. Sebagai contoh untuk memaksimumkan perpindahan

daya dari antena ke penerima, impedansi antena harus *conjugate match.* Jika ini tidak dipenuhi maka akan terjadi pemantulan energi yang dipancarkan atau diterima.

Perbandingan level tegangan yang kembali ke pemancar (V-) dan yang datang menuju beban (V+) ke sumbernya lazim disebut koefisien pantul atau koefisien refleksi yang dinyatakan dengan simbol "Γ" atau dapat dituliskan:

$$\Gamma = \frac{v-}{v+} \qquad \text{.....(2.3)}$$

Hubungan antara koefisien refleksi, impedansi karakteristik saluran (Zo) dan impedansi beban/ antena (Zl) dapat ditulis:

$$\Gamma = \frac{1- \ 0}{1+ \ 0} \qquad \text{.....(2.4)}$$

Harga koefisien refleksi ini dapat bervariasi antara 0 (tanpa pantulan/*match*) sampai 1, yang berarti sinyal yang datang ke beban seluruhnya dipantulkan kembali ke sumbernya semula. Maka untuk perhitungan VSWR.

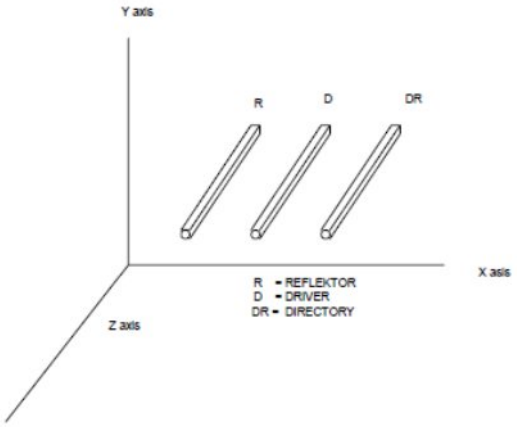
$$= \frac{|\Gamma|}{|\Gamma|} \qquad \text{.....(2.5)}$$

Besar nilai VSWR yang ideal adalah 1, yang berarti semua daya yang diradiasikan antena pemancar diterima oleh antena penerima (*match*).

2.4 Macam – macam Antena

2.4.1 Antena Yagi

Antena yagi secara teoritis yaitu sejenis antena yang terdiri dari 3 macam elemen. Dimana 3 macam yang memegang peranan penting dalam konstruksi antena yagi yaitu reflektor, dipole dan direktori dalam pengimplementasianya sebuah antena yagi dapat dibuat dari elemen berbentuk pararel silindris**.**



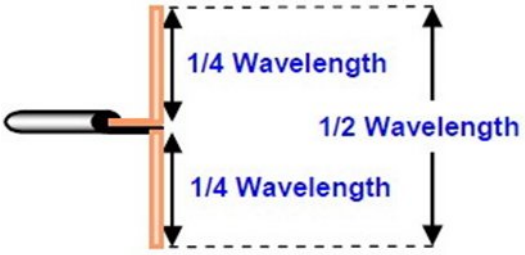
Gambar 2.3 Antena yagi pada koordinat *cartesius*

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa elemen-elemen yagi terletak sejajar pada Z *axis*, sedangkan *boom* ataupun bahan penyangga elemen sejajar dengan X *axis*.

2.4.1.1 Elemen *Driven*

Driven merupakan bagian paling penting dari sebuah antena yagi karena elemen inilah yang akan membangkitkan gelombang elektromagnetik menjadi sebuah sinyal yang akan di pancarkan. Untuk

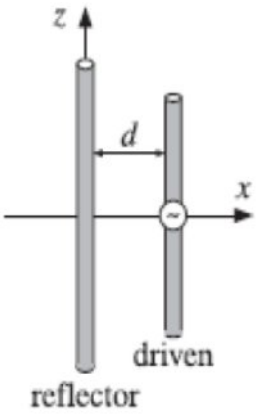
menjadikan sebuah driven yang menghantarkan radiasi dengan baik, biasanya menggunakan antena dipole sebagai bentuk drivennya.



Gambar 2.4 Antena Dipole

2.4.1.2 Elemen *Reflector*

Sesuai dengan namanya *reflector*, elemen ini merupakan elemen pemantul. Elemen reflektor ditempatkan di belakang dipole dan dibuat lebih panjang dari pada panjang *dipole.*



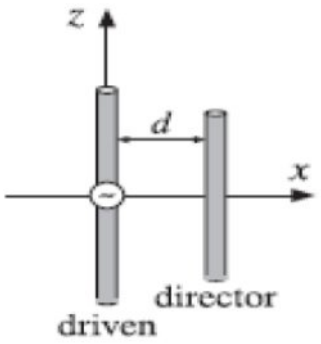
Gambar 2.5 Susunan Reflektor dan Driven

Tujuan utama dari penempatan reflektor di belakang adalah untuk membatasi radiasi agar tidak melebar kebelakang namun kekuatan

pancarannya akan diperkuat ke arah sebaliknya. Reflektor juga bersifat menjadikan antena lebih induktif.

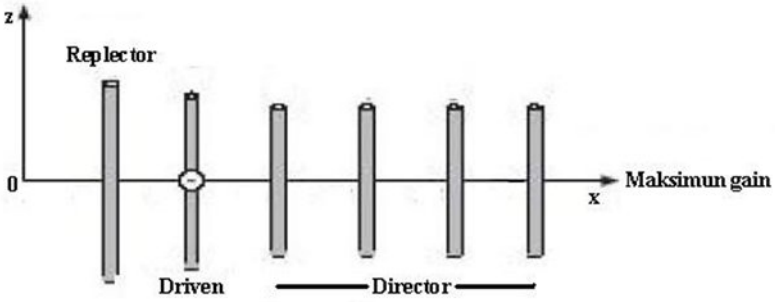
2.4.1.3 Elemen D*irector*

Elemen Direktor merupakan elemen pengarah yang diletakkan didepan antena dipole terlipat (*driven*), direktori akan memaksakan radiasi dari driven menuju ke satu arah. Elemen ini juga kadang sering disebut dengan elemen *parasitic*.



Gambar 2.6 Penempatan elemen Direktor

Antena Yagi Uda termasuk dalam tipe antena *parasitic array*. Konfigurasi antena Yagi Uda dapat dilihat seperti pada Gambar 2.3



Gambar 2.7 Antena Yagi 6 Elemen

Elemen kedua dari antena dinamakan *driven* dan yang lain adalah *parasitic*. Dipole pertama memiliki ukuran lebih panjang dibandingkan dengan *driven*. Dipole kedua ini difungsikan untuk sebagai *reflector*. Elemen yang berada pada sisi kanan dari *driven* memiliki ukuran lebih pendek dari elemen sebelumnya. Elemen ini memiliki fungsi sebagai sebagai *director*. *Director* dan *reflector* mengatur radiasi sepanjang sumbu x. Antena Yagi Uda banyak dipakai sebagai antena penerima TV dan memiliki *directivity* yang bagus serta struktur yang sederhana. Antena Yagi Uda termasuk jenis antena yang banyak dipergunakan karena memiliki gain yang tinggi, biaya pembuatannya murah serta proses pembuatannya yang relatif mudah. Antena Yagi Uda terdiri atas sebuah *dipole* yang disusun dengan beberapa elemen parasitic (*parasitic elemen*), dimana terdapat dua macam elemen parasitic tersebut yaitu

− Sebuah *reflector* yang berfungsi memantulkan radiasi dari driven

− Satu atau beberapa *director* yang berfungsi mengarahkan radiasi dari *driven* kearah tertentu

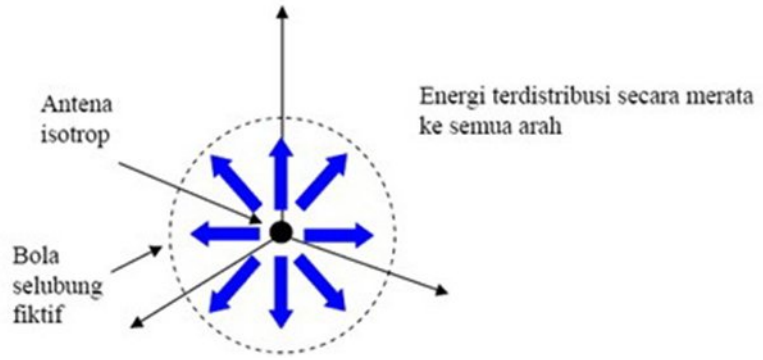
Pada antenna Yagi Uda jumlah elemen mempengaruhi gain antena tersebut. Semakin banyak elemen maka semakin tinggi pula gain yang dimilikinya. Sampai sekarang antena yagi sangat dikenal, terdapat banyak pembahasan mengenai realisasi antena tersebut, yang membedakan adalah jarak sejumlah *direktor*, jarak antara elemen antena dan tingginya masing-masing elemen. Pada kebanyakan kasus, jumlah elemen, jarak dan tinggi dibedakan berdasarkan percobaan. Sekarang ini banyak program untuk modeling antena yagi untuk mengoptimalkannya berbasis komputer.

Sebelum memulai analisa angka dari antena yagi, beberapa hal untuk mempermudah diperkenalkan :

1. Antena dianggap dalam medium *lossless.*
2. Elemen antena dibuat dari konduktor dengan kualitas yang sempurna.
3. Arus dan pengisian dikonsentrasikan pada sumbu dari kabel antena.

2.4.2 Antena Isotropis

Antena isotropis mempunyai intensitas pancar yang sama merata ke semua arah, seperti yang ada pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.8 Intensitas Pancar Antena Isotrop

Dengan mengintegrasikan kerapatan daya terhadap permukaan bola didapatkan daya total yang dipancarkan.

$$P = \oiint_A \vec{S}(\vartheta,\varphi)\cdot d\vec{a} = \frac{1}{2Z_o}\oiint_A E^2(\vartheta,\varphi)da \quad \text{.....(2.6)}$$

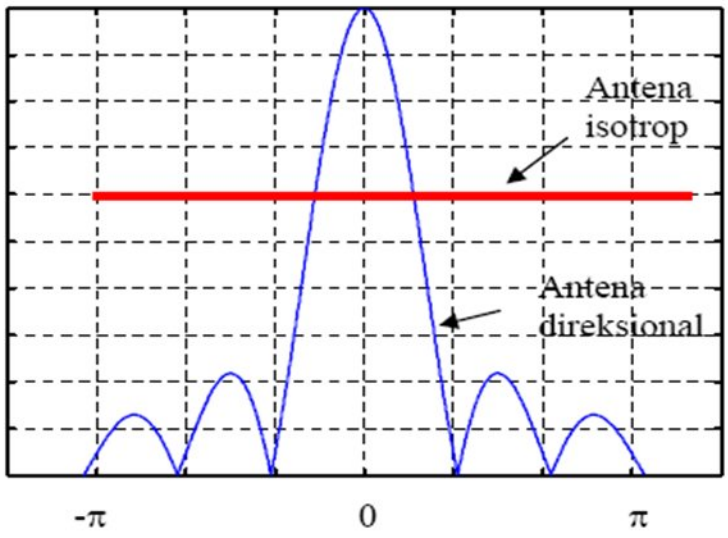
Jika $E(\vartheta,\varphi) = E_o$ =konstan, dan $da = r^2 \sin\vartheta\, d\vartheta\, d\varphi$

$$P = \frac{1}{2Z_o}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} E_o^2 r^2 \sin\vartheta \, d\vartheta \, d\varphi = \frac{1}{2Z_o} E_o^2 \, 4\pi r^2 \quad \text{.....(2.7)}$$

dari persamaan *2.4* r dipilih bebas, tetapi pengamatan harus berada di far-field dari antena, atau $r >> \lambda$. Jika P diberikan, kita bisa $E_o = \sqrt{\frac{Z_o P}{2\pi}} \cdot \frac{1}{r}$ menghitung di setiap jarak titik pengamatan dari antena

2.4.3 Antena Direksional

Antena Direksional dalaah suatu antena yang mengkonsentrasikan energi ke suatu arah tertentu. Jika dipergunakan daya yang sama seperti pada antena isotropis, maka akan didapati perbandingan berikut



Gambar 2.9 Grafik Antena Direksional & Antena Isotrop

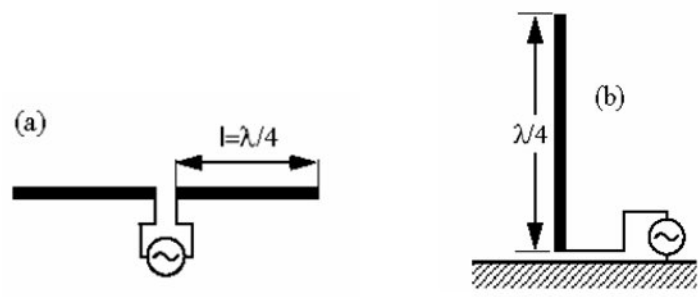
Pada arah-arah tertentu, antena direksional mengirimkan intensitas yang jauh lebih besar dibandingkan yang dikirim oleh antena isotrop, dan pada arah yang lain intensitasnya jauh lebih kecil dibandingkan oleh antena isotrop. Jadi antena direksional mampu untuk mengubah-ubah distribusi dari energi yang dikirimkan antena. Besaran yang dipergunakan

untuk mengkarakteristikan antena direksional adalah fungsi direktivitas yang didefinisikan dengan

$$D(\vartheta,\varphi)=\frac{\frac{1}{2Z_o}\cdot E^2(\vartheta,\varphi)\cdot 4\pi r^2}{\frac{1}{2Z_o}\cdot E_o{}^2\cdot 4\pi r^2}=\left(\frac{E(\vartheta,\varphi)}{E_o}\right)^2 \quad \text{.....(2.8)}$$

2.4.4 Antena Dipol

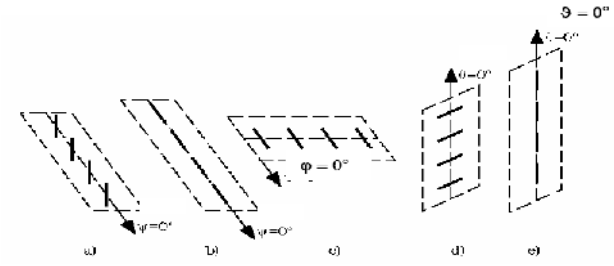
Antena dipol adalah antena yang terdiri dari dua buah kawat yang terpisah satu dengan lainya. Ketika antena dipol digunakan sebagai antena pemancar, ia akan dihubungkan dengan sumber tegangan, dan ketika digunakan sebagai antena penerima, maka antena tersebut akan dihubungkan dengan *load*.



Gambar 2.10 Antena Dipol

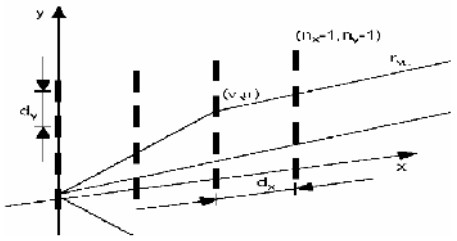
2.4.5 Antena Array

Antena array adalah antena yang dirangkai sedemikian rupa sehingga membentuk grup antena yang disebut array. Ada bermacam-macam rangkaian array. Gambar dibawah ini array satu dimensi dengan antena dipol sebagai penyusunnya.



Gambar 2.11 Array Satu Dimensi

Array satu dimensi akan mempunyai diagram radiasi yang akan mengkonsentrasikan energinya hanya ke satu arah sudut tertentu, misalnya hanya untuk sudut ϑ atau φ (*fan-like radiation diagram*). Supaya bisa didapatkan pengkondisian energi di dua arah sudut (*pencil-like radiation diagram*) seringkali dipergunakan array dua dimensi, yang merupakan pengembangan *array* satu dimensi ke arah yang orthogonal dengannya.

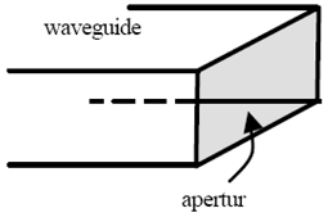


Gambar 2.12 Array Dua Dimensi

2.4.6 Antena Apertur

Antena apertur adalah jenis teknologi *waveguide* (pemandu gelombang). Jenis yang sederhana adalah sebuah *waveguide* yang dipotong penampangnya dan dibiarkan terbuka. Jika di dalam *waveguide*

ini merambat gelombang elektromagnetika dengan suatu mode(misalnya mode H10), bagaimanakah kita menentukan medan elektromagnetika di bagian luar (*far-field*). Jika kita bisa mengganti struktur waveguide ini dengan sumber arus, maka dengan bantuan radiasi integral, kita bisa menentukan medan elektromagnetikanya.

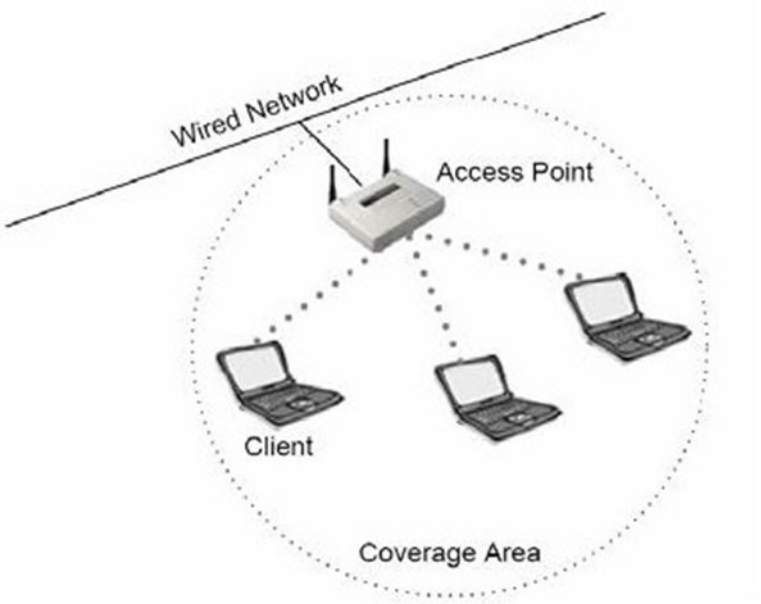


Gambar 2.13 Antenna Apertur

2.5 Wireless-LAN

Jaringan *wireless* LAN adalah jaringan yang menggunakan gelombang radio sebagai media transmisi data. Informasi (data) ditransfer dari satu komputer ke komputer lain menggunakan gelombang radio. WLAN sering disebut sebagai jaringan nirkabel atau jaringan *wireless*.

Proses komunikasi tanpa kabel ini dimulai dengan bermunculannya peralatan berbasis gelombang radio, seperti *walkie talkie*, *remote control, cordless phone,* ponsel, dan peralatan radio lainnya. Lalu adanya kebutuhan untuk menjadikan komputer sebagai barang yang mudah dibawa (*mobile*) dan mudah digabungkan dengan jaringan yang sudah ada. Hal-hal seperti ini akhirnya mendorong pengembangan teknologi *wireless* untuk jaringan komputer.



Gambar 2.14 Wireless LAN

Biasanya *wireless* LAN ini dipakai di suatu daerah atau lokasi dimana pemakainya selalu dalam keadaan bergerak, atau di lokasi tersebut tidak terdapat jaringan kabel untuk penyaluran data. *Wireless* LAN ini biasanya menggunakan frekuensi 2,4 GHz yang disebut juga dengan ISM (*Industrial, Scientific, Medical*) Band, dimana oleh FCC (*Federal Communication Commission*) memang dialokasikan untuk berbagai keperluan industri, sains, dan media. Jadi siapa pun dapat menggunakan frekuensi ini dengan bebas asalkan tidak menggunakan pemancar berdaya tinggi.

Anatomi dari w*ireless* LAN sendiri biasanya digunakan sebagai hubungan dari satu *point* ke *point* yang lain, tetapi dengan perkembangan teknologi, w*ireless* LAN ini dapat digunakan untuk hubungan dari *point* ke *multipoint* begitu pula sebaliknya.

Ada dua macam cara penyaluran data melalui *Wireless*-LAN ini, yaitu:

1. *Direct Sequence Spread Spectrum*

   Dikenal juga sebagai *Direct Sequence Code Division Multiple Access* (DS-CDMA), DSSS merupakan salah satu cara untuk menyebarkan modulasi sinyal digital di udara.

   Rentetan informasi dikirim dengan membagi sekecil mungkin sinyal, lalu ditumpangkan pada kanal frekuensi yang ada di dalam spektrum tertentu.

2. *Frequency Hoping Spread Spectrum*

   Dimana paket data dipecah dan dikirimkan menggunakan frekuensi yang berbeda-beda, satu pecahan bersisian dengan lainnya, sehingga seluruh data dikirim dan diterima oleh PC yang dituju. Kecepatan sinyal frekuensi ini sangat tinggi, serta dengan pemecahan paket data maka sistem ini memberikan keamanan yang dibutuhkan dalam satu jaringan, karena kebanyakan radio tranceiver biasa tidak dapat mengikutinya.

Masing-masing penyaluran data diatas memliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Dengan DSSS sinyal yang didapatkan lebih besar hanya saja menyebabkan kemungkinan terjadinya interferensi yang lebih besar juga. Sedangkan dengan FHSS terjadinya interferensi sangatlah kecil namun sinyal yang didapat juga lebih sedikit.