

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Antena

2.1.1. Definisi Antena

Antena adalah sebuah komponen yang dirancang untuk bisa memancarkan dan atau menerima gelombang elektromagnetik [2]. Antena merupakan elemen penting yang ada pada setiap sistem telekomunikasi tanpa kabel, karenanya pemilihan antena yang tepat, perancangan antena yang baik dan pemasangan antena dengan benar akan mempengaruhi kinerja (performansi) sistem komunikasi tersebut. Antena merupakan sebuah komponen yang dirancang untuk bisa menerima dan atau memancarkan gelombang elektromagnetik [2]. Maka prinsip kerja dari antena sebagai alat pemancar adalah sebuah pengubah elektromagnetis yang digunakan untuk mengubah gelombang tertuntun di dalam saluran transmisi kabel menjadi gelombang yang merambat di ruang bebas. Antena sebagai penerima akan mengubah gelombang ruang bebas menjadi gelombang tertuntun [2].

Keberadaan antena pada sistem komunikasi *wireless* menjadi suatu yang tidak bisa dihindarkan, setiap aplikasi membutuhkan suatu karakteristik dari antena yang digunakan yang harus didapatkan pada proses perencanaan

antena [2]. Ada berbagai macam jenis antena dengan karakteristik yang berbeda-beda untuk masing-masing aplikasi. Beberapa contoh dari antena tersebut adalah [2] :

A. Antena panel

Antena panel yang biasa digunakan di *Base Transceiver Station* (BTS) sistem seluler merupakan antena yang terdiri dari 6 buah *dipole* dengan reflektor di belakangnya. Dalam penggunaannya di menara, antena panel sering dipasangkan dalam jumlah tertentu dengan arah pancaran yang berbeda-beda sehingga radiasi gabungan dari antena tersebut akan bersifat *omnidirectional*.

B. Antena broadcast

Antena *broadcast* umumnya merupakan antena yang ditempatkan di tengah-tengah wilayah tertentu dan merupakan antena yang bersifat *omnidirectional*. Contoh dari antena ini adalah antena yagi yang biasa digunakan untuk menangkap siaran televisi.

Untuk antena yang bekerja pada band VLF, LF, HF, VHF dan UHF bawah, jenis antena kawat (*wire antenna*) dalam prakteknya sering digunakan, seperti halnya antena

dipole $1/2\lambda$, antena monopole dengan ground plane, antena loop, antena Yagi-Uda array, antena log periodik dan sebagainya. Antena-antena jenis ini, dimensi fisiknya disesuaikan dengan panjang gelombang dimana sistem bekerja. Semakin tinggi frekuensi kerja, maka semakin pendek panjang gelombangnya, sehingga semakin pendek panjang fisik suatu antena [2].

2.1.2. Fungsi Antena [4]

Berdasarkan fungsinya antena terbagi menjadi 2 fungsi yaitu:

1. *Matching Device*

Alat untuk menyesuaikan sifat – sifat gelombang elektromagnetik di ruang bebas dan saluran transmisi.

2. *Directional Device*

Alat untuk mengarahkan energi sumber elektromagnetik kearah yang ditentukan.

2.1.3. Parameter Antena

2.1.3.1. Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ($|V|_{\max}$) dengan minimum ($|V|_{\min}$) [4]. Gelombang berdiri ini terjadi akibat adanya superposisi gelombang datang dan

gelombang pantul, dimana gelombang pantul terjadi akibat dari ketidaksesuaian (*matching*) antara impedansi input dan impedansi saluran.

Perbandingan amplitudo-amplitudo gelombang yang dipantulkan terhadap gelombang datang ditentukan oleh impedansi beban (Z_L), perbandingan tersebut dinyatakan oleh suatu bilangan yang disebut koefisien pantul (*Reflection Coefficient*) yang disimbolkan Γ seperti pada persamaan (2.7) [4] :

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2.7)$$

Sedangkan untuk mencari nilai VSWR adalah [4]:

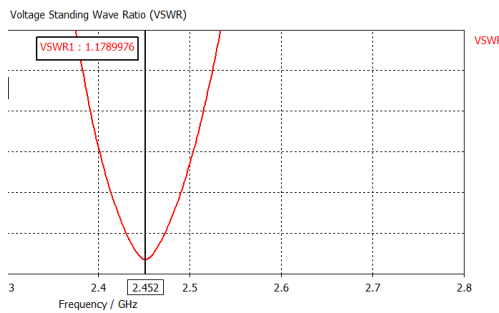
$$VSWR = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} \quad (2.8)$$

Dimana :

- Γ : Koefisien Pantul
- Z_L : Impedansi Beban
- Z_0 : Impedansi Karakteristik

Ketika nilai VSWR adalah 1 berarti tidak ada refleksi yaitu ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna, ini merupakan kondisi yang paling baik. Namun kondisi ini pada kenyataannya sangat sulit untuk didapatkan. Pada umumnya nilai VSWR yang dianggap

baik adalah $VSWR \leq 2$. Maka dari itu pada penelitian ini, nilai VSWR yang diharapkan adalah kurang dari 2. Dari Gambar 2.1 dapat dilihat nilai VSWR yang kurang dari 2 dan berada pada frekuensi 2,452 dengan nilai VSWR 1,1789976.



Gambar 2.1 Contoh nilai VSWR untuk frekuensi
2,452 GHz

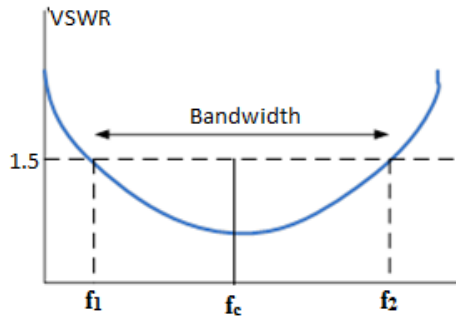
Nilai VSWR akan sangat dipengaruhi oleh dua hal yaitu[4]:

- Perbedaan impedansi saluran transmisi dengan impedansi beban.
- Diskontinuitas saluran transmisi yang diakibatkan oleh *bending feeder* yang terlalu berlebihan, pemasangan konektor yang kurang bagus atau terdapat kerusakan pada *feeder* itu sendiri.

2.1.3.2. *Bandwidth*

Bandwidth sebuah antena didefinisikan sebagai rentang frekuensi dimana kinerja antena yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti VSWR, pola radiasi, impedansi masukan, polarisasi, *gain*, *beamwidth*, *return loss*) memenuhi spesifikasi [2]. Pembuatan antena yang dilakukan kali ini memiliki rentang frekuensi dari 2,4 GHz sampai dengan 2,484 GHz dan nilai dari frekuensi tengahnya adalah pada frekuensi 2,442 GHz.

Kriteria *bandwidth* antena pada umumnya adalah besarnya perubahan nilai impedansi antena terhadap perubahan frekuensi kerja dari frekuensi tengahnya. Perubahan nilai impedansi antena biasa ditunjukkan oleh perubahan nilai *return loss* maupun perubahan nilai VSWR. Oleh karena itu *bandwidth* suatu antena dapat diartikan sebagai lebar bidang frekuensi untuk nilai *return loss* atau VSWR yang berada dibawah suatu nilai tertentu.



Gambar 2.2 Rentang frekuensi yang menjadi *bandwidth*

Bandwidth suatu antena dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2-3) [5] :

$$BW = 4f^2 \left(\frac{t}{1/32} \right) \quad (2-3)$$

Dengan $BW = \textit{bandwidth}$ (MHz) untuk nilai VSWR kurang dari 2-1

$f =$ frekuensi kerja yang digunakan (GHz)

$t =$ ketebalan substrat.

2.1.3.3. *Return Loss*

Return loss merupakan perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang dipantulkan (V_0^-) terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan (V_0^+).

Return loss dapat terjadi akibat adanya ketidaksesuaian impedansi (*mismatched*) antara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Pengukuran *return loss* adalah untuk mengetahui seberapa banyak daya yang dipantulkan kembali. Rumus untuk mencari nilai *return loss* adalah sebagai berikut [5]:

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \quad (2-4)$$

$$Return\ loss = 20 \log_{10} |\Gamma| \quad (2-5)$$

Dimana :

Γ : Koefisien Pantul

Z_L : Impedansi Beban (Ω)

Z_0 : Impedansi Karakteristik (Ω)

(V_0^-) : Amplitudo dari gelombang yang dipantulkan

(V_0^+) : Amplitudo dari gelombang yang dikirimkan

VSWR : *Voltage Standing Wave Ratio*

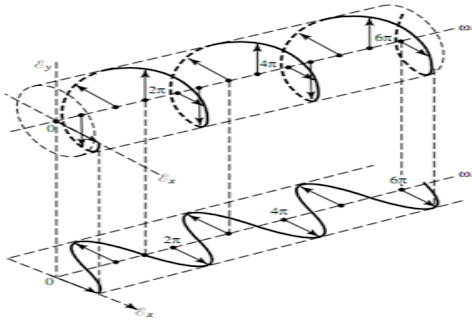
Karena perancangan dan realisasi antenna mikrostrip rectangular 2 array ini menggunakan nilai $VSWR \leq 2$ maka berdasarkan rumus diatas (2-5) dapat diperoleh nilai *return loss* yang dibutuhkan adalah ≤ -9.6 dB.

2.1.3.4. Polarisasi

Polarisasi antena adalah polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan antena[6]. Pengertian lain dari polarisasi merupakan arah gerak medan listrik dari gelombang elektromagnetik yang dipancarkan antena pada *lobe* utamanya [6]. Jika arah pancarannya tidak ditentukan maka polarisasinya berada pada arah *gain* maksimum. Ada tiga macam polarisasi yaitu, polarisasi *linear*, polarisasi elips / *elliptical* dan polarisasi melingkar/*circular*.

A. Polarisasi *Linear*

Polarisasi *linear* terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu disuatu titik memiliki vektor medan magnet (elektrik) dimana pada titik tersebut selalu berorientasi pada garis lurus yang sama pada setiap waktu (*linear*)[6]. Gambar dari polarisasi *linear* dapat dilihat pada gambar 2.3.

Gambar 2.3 Polarisasi *Linear*

Polarisasi linear terbagi lagi menjadi dua yaitu polarisasi horizontal dan polarisasi vertikal. Polarisasi horizontal adalah polarisasi yang arah perambatan gelombang ke arah horizontal terhadap permukaan bumi. Sedangkan polarisasi vertikal adalah polarisasi yang arah perambatan gelombangnya secara vertikal terhadap permukaan bumi [6].

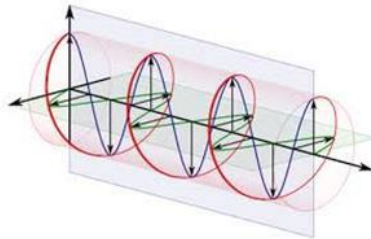
B. Polarisasi *Circular* (Melingkar)

Jika pada polarisasi *linear* arah perambatannya berorientasi ke satu garis lurus yang sama pada setiap waktu, maka polarisasi melingkar terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik yang

memiliki vektor medan magnet (elektrik) dimana titik tersebut berada pada jalur lingkaran sebagai fungsi waktu[6].

Ada beberapa kondisi yang harus dipenuhi untuk dapat dikatakan jenis polarisasi melingkar yaitu :

- 1) Kedua komponen harus mempunyai magnitude yang sama
- 2) Medan harus mempunyai 2 komponen yang saling tegak lurus *linear*
- 3) Kedua komponen tersebut harus memiliki perbedaan *phase* waktu pada kelipatan ganjil 90°



Gambar 2.4 Polarisasi *Circular*

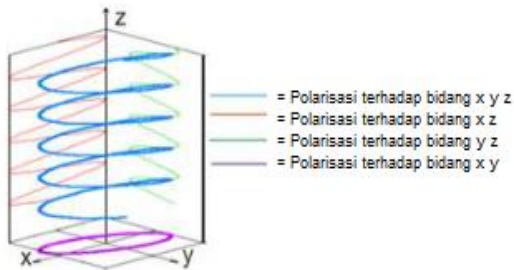
C. Polarisasi *Elliptical*

Polarisasi elips terjadi ketika gelombang yang merambat berubah menurut waktu dan memiliki

vektor medan magnet (elektrik) yang berada pada jalur kedudukan elips di suatu ruang[6]. Polarisasi *eliptical* dapat dilihat pada Gambar 2.5.

Ada beberapa kondisi yang harus dipenuhi untuk mendapatkan polarisasi *eliptical* adalah:

- 1) Kedua komponen harus berada pada magnitudo yang sama atau berbeda.
- 2) Medan harus mempunyai dua komponen *linear orthogonal*.
- 3) Jika kedua komponen berada pada magnitudo yang sama maka perbedaan *phase* diantara kedua komponen tersebut harus tidak merupakan kelipatan ganjil dari 90° (karena akan menjadi lingkaran).
- 4) Jika kedua komponen tersebut tidak berada pada magnitudo yang sama perbedaan *phase* waktu antara kedua komponen tersebut harus tidak bernilai 0° atau kelipatan 180° (karena akan menjadi *linear*).

Gambar 2.5 Polarisasi *Elliptical*

2.1.3.5. Gain

Gain antenna berkaitan erat dengan direktivitas, merupakan besaran yang memperhitungkan efisiensi antenna dan kemampuan direksionalnya. *Gain* suatu antenna merupakan perbandingan intensitas radiasi maksimum suatu antenna terhadap intensitas radiasi antenna referensi dengan daya input yang sama. Besarnya *gain* antenna dinyatakan dalam satuan dB terhadap antenna referensi. Dengan menggunakan persamaan *Friss* akan diketahui *gain* dari kedua antenna tersebut. Besarnya *gain* antenna dinyatakan dalam satuan dBi. Persamaan *Friss* untuk menghitung nilai *gain* antenna dapat dilihat pada persamaan (2-6) [7].

$$(G_{ot})_{dB} + (G_{or})_{dB} = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi R}{\lambda} \right) + 10 \log_{10} \left(\frac{P_r}{P_t} \right) \quad (2-6)$$

Dimana :

$(G_{ot})_{dB}$ = gain antenna transmitter (dB)

$(G_{or})_{dB}$ = gain antenna receiver (dB)

P_r = receive power (W)

P_t = transmitted power (W)

R = diagonal antenna (m)

λ = panjang gelombang (m)

2.1.3.6. Pola Radiasi Antena [3]

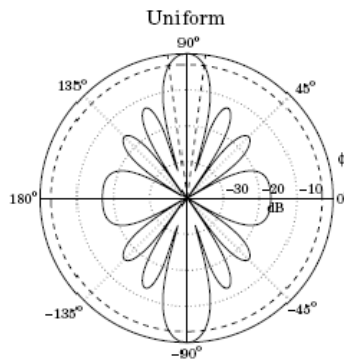
Pola radiasi merupakan salah satu parameter yang penting dari antena. Pola radiasi didapatkan untuk melihat bentuk pola pancaran yang dihasilkan oleh antena. Pola radiasi suatu antena didefinisikan sebagai gambaran secara grafik dari sifat-sifat radiasi suatu antena sebagai fungsi koordinat ruang. Dalam banyak keadaan, pola radiasi ditentukan pada pola daerah medan jauh dan digambarkan sebagai fungsi koordinat-koordinat arah sepanjang radius konstan, dan digambarkan pada koordinat ruang.

Sifat – sifat radiasi ini mencakup intensitas radiasi, kekuatan medan (*field strength*) dan polarisasi. Untuk pola radiasi antena *microstrip* mempunyai fenomena yang sama dengan pola radiasi antena konvensional. Pola radiasi sebuah antena terbagi

menjadi tiga jenis yaitu pola radiasi *omnidirectional*, *unidirectional* dan isotropis.

A. Pola *omnidirectional*

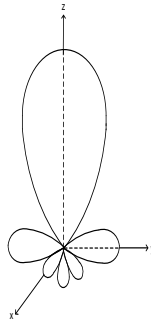
Yaitu pola radiasi yang terbentuk karena antenna memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik pada satu bidang sama besar atau pola radiasinya 360° . Bentuk pola radiasi *omnidirectional* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pola radiasi antenna *omnidirectional*

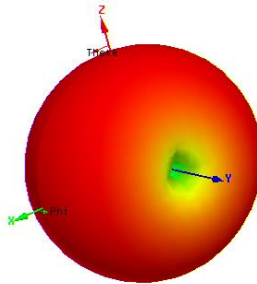
B. Pola *Unidirectional*

Merupakan pola radiasi dengan pancaran terkuatnya diarahkan ke suatu arah tertentu. Bentuk dari pola radiasi *unidirectional* dapat dilihat pada Gambar 2.7.

Gambar 2.7 Pola radiasi *unidirectional*

C. Pola *Isotropic*

Isotropis yaitu pola radiasi yang terbentuk karena antenna memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik (energi) ke seluruh bidang dengan energi yang sama besar. Antena dengan pola radiasi *isotropic* adalah antenna impian yang akan mengirimkan frekuensi secara merata ke semua arah dengan level daya yang sama besarnya. Namun hal ini tidak mungkin terjadi karena adanya *loss* yang ditimbulkan selama proses transmisi[6].



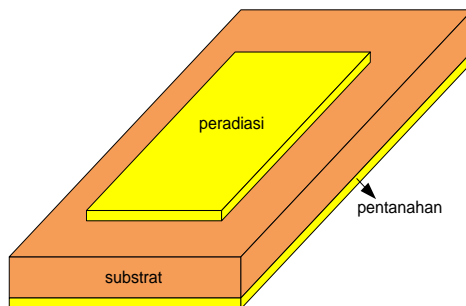
Gambar 2.8 Pola radiasi isotropis

2.1.3.7. Impedansi Antena [5]

Impedansi antena sangat menentukan transfer daya maksimum antara saluran transmisi dengan antena. Transfer daya maksimum disini berarti energi yang disalurkan bisa sampai ke penerima dengan maksimal, tidak ada energi yang dipantulkan. Jika impedansi antena ini *matching* dengan impedansi saluran transmisi, maka transfer daya maksimum bisa tercapai. Bila impedansi antara saluran transmisi dengan impedansi antena tidak sama maka akan terjadi gelombang pantul yang merambat balik ke arah sumber gelombang, yang mengakibatkan kinerja antena juga berkurang.

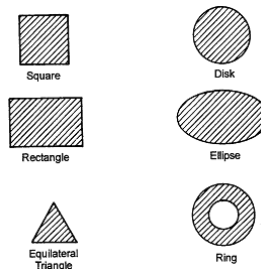
2.2 Antena Mikrostrip

Salah satu jenis antena yang populer saat ini adalah antena mikrostrip. Hal ini dikarenakan antena mikrostrip sangat cocok untuk diaplikasikan pada perangkat telekomunikasi seperti pada handset yang memerhatikan bentuk dan ukuran. Berdasarkan asal katanya, mikrostrip terdiri atas dua kata, yaitu *micro* (sangat tipis/kecil) dan *strip* (bilah/potongan), jadi antena mikrostrip secara istilah didefinisikan sebagai jenis antena yang mempunyai bentuk seperti bilah/potongan dengan ukuran yang sangat tipis/kecil. Bentuk fisik dari antena mikrostrip berupa papan tipis yang terdiri dari tiga elemen dasar yaitu peradiasi (*radiator*), elemen substrat (*substrate*), dan elemen pentanahan (*ground*), seperti pada Gambar 2.9. Antena mikrostrip memiliki kemampuan bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi.



Gambar 2.9 Struktur dasar antena mikrostrip

Elemen peradiasi (*radiator*) atau biasa disebut *patch* berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik dan terbuat dari lapisan logam (*metal*) yang memiliki ketebelan tertentu. *Patch* merupakan lapisan teratas dari substrat, lapisan ini biasanya terbuat dari konduktor. Pada lapisan ini akan dibentuk menjadi suatu bentuk tertentu untuk mendapatkan suatu pola radiasi seperti yang diinginkan. *Patch* berfungsi sebagai pemancar. *Patch* dan saluran pencatu biasanya terletak di atas substrat. Ada beberapa jenis bahan yang biasanya digunakan dalam pembuatan antena mikrostrip. Bagian *patch* biasanya dibuat dengan menggunakan logam berupa tembaga (*copper*) yang memiliki nilai konduktivitas bahan sebesar $5,8 \times 10^7$ S/m [5]. Bentuk dari *patch* bisa bermacam-macam, seperti lingkaran, persegi panjang (*rectangular*), elips, bujur sangkar (*square*), segitiga, garis tipis (*dipole*) dan lain-lain. Berbagai contoh jenis *patch* dapat dilihat pada Gambar 2.10 [8].



Gambar 2.10 Bentuk dasar *patch* antena [8].

Substrate/substrat memiliki fungsi sebagai bahan dielektrik yang memisahkan elemen *patch*/peradiasi dengan *ground*. Ketiga elemen *utama* dari antena mikrostrip ini memiliki jenis yang bervariasi, variasi jenis bahan dibedakan berdasarkan nilai ketebalannya (h) dan konstanta dielektrik (ϵ_r). Nilai ketebalan dan konstanta dielektrik inilah yang akan mempengaruhi *bandwidth*, frekuensi kerja dan juga efisiensi dari antena yang dibuat. Ketebalan *patch* lebih tipis jika dibandingkan dengan ketebalan substrat. Ketebalan substrat akan mempengaruhi *bandwidth*. Semakin tipis substrat maka *bandwidth* yang dihasilkan akan semakin sempit.

Tebalnya substrat yang menghasilkan *bandwidth* yang lebih lebar. *Bandwidth* yang lebih lebar akan berpengaruh terhadap timbulnya gelombang permukaan (*surface wave*). Gelombang permukaan pada antena mikrostrip merupakan efek yang merugikan karena akan mengurangi sebagian daya yang seharusnya dapat digunakan untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke arah yang diinginkan [5].

Tabel 2.1 akan menunjukkan beberapa bahan dielektrik dengan nilai permitivitas yang sering digunakan untuk membuat substrat antena mikrostrip [9]. Dari tabel tersebut terlihat bahwa semikonduktor-silikon memiliki nilai ϵ_r yang paling tinggi dan Teflon memiliki ϵ_r yang paling rendah.

Tabel 2.1 Nilai konstanta dielektrik dari beberapa bahan antena [9]

Bahan dielektrik	Nilai konstanta dielektrik (ϵ_r)
Aluminium	9,8
Material sintetik- Teflon	2,08
Material komposit - Duroid	2,2 – 10,8
Feromagnetik – Ferrite	9 – 16
Semikonduktor - Silikon	11,9
Fiberglass	4,882

Antena mikrostrip memiliki nilai radiasi paling tinggi didaerah tepian *patch*. Untuk menghasilkan efisiensi dan radiasi yang baik dalam artian ingin memiliki *bandwidth* yang lebih besar maka bisa digunakan substrat yang dibuat tebal dengan nilai konstanta dielektrik yang rendah [5]. Sedangkan elemen pentanahan (*ground*) berfungsi sebagai *ground* bagi sistem antena mikrostrip. Elemen pentanahan ini umumnya memiliki jenis bahan yang sama dengan elemen peradiasi yaitu berupa logam tembaga dan berfungsi untuk memantulkan sinyal yang tidak diinginkan[8]. Ada beberapa kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh antena mikrostrip seperti tertera pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kelebihan dan Kekurangan Antena Mikrostrip

No	Kelebihan	Kekurangan
1	Bentuknya yang tipis, kecil dan ringan.	<i>Gain</i> yang kecil (bias ditingkatkan dengan sistem <i>array</i>)
2	Mudah dan relatif murah untuk dibuat.	<i>Bandwidth</i> yang relatif sempit (tetapi bisa ditingkatkan dengan berbagai teknik).
3	Konfigurasi yang mudah sehingga bentuknya mudah juga untuk disesuaikan dengan perangkat utamanya.	Memiliki daya (<i>power</i>) yang rendah.
4	Kemampuan bekerja lebih dari 1 (satu) frekuensi kerja.	Timbulnya gelombang permukaan (<i>surface wave</i>).

2.2.1. Antena Mikrostrip Array

Antena mikrostrip dengan *patch* elemen tunggal memiliki pola radiasi yang lebar dan menghasilkan

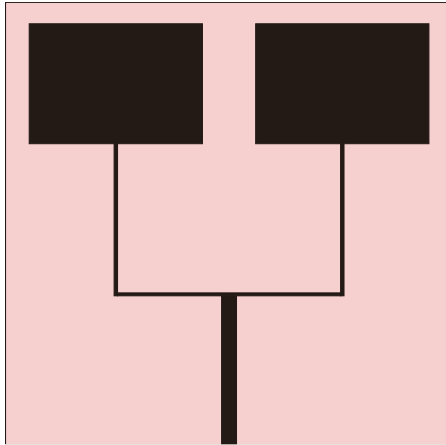
directivity dan nilai *gain* yang kurang baik. Untuk itu dibuat suatu teknik berupa penggabungan/penyusunan beberapa antena yang identik. Pada antena mikrostrip, yang disusun secara array adalah bagian *patch*. Dengan menggunakan teknik *array* ini maka arah pancaran yang diterima dapat terpusat dan nilai *gain* yang didapatkan lebih baik. *Array* antena dengan menggunakan teknologi mikrostrip memiliki kelebihan dari sisi pencatutan dan efisiensi [2].

Penggabungan beberapa *patch* pada antena mikrostrip bisa menyebabkan kondisi *unmatched* yang akan berpengaruh pada pancaran yang dihasilkan, maka yang perlu diperhatikan untuk mengatasinya adalah memperhatikan dimensi antena yang berupa lebar *strip*, panjang *strip* serta jarak antar *patch*. Antena mikrostrip *array* terdiri dari beberapa *patch*, dengan jumlah *patch* adalah 2^n [2].

2.2.2.1 Antena Mikrostrip Array Patch Persegi Panjang (Rectangular)

Patch antena mikrostrip yang disusun dalam bentuk *array* ada bermacam-macam, salah satunya adalah *patch* rektangular. Pada pembuatan antena yang dilakukan adalah dengan menggunakan *patch* persegi panjang (rektangular) dengan jumlah *patch* sebanyak 2^1 atau biasa

disebut dengan antenna mikrostrip 2 *array* (ada juga yang menyebut sebagai antenna mikrostrip *array* 2x1).



Gambar 2.11 Antena Mikrostrip rektangular 2 *array*

Untuk menentukan dimensi antenna berupa lebar *patch* persegi panjang pada antenna seperti pada persamaan (2.1) [7].

$$W = \frac{c}{2f_0} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (2.1)$$

Dengan c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

f_0 = frekuensi kerja dari antenna

ϵ_r = konstanta dari bahan substrat yang digunakan

Panjang *patch* (L) dapat ditentukan dengan mengetahui nilai dari ΔL yang merupakan penambahan panjang dari L . Nilai dari ΔL dapat dicari menggunakan persamaan (2.2) [7]:

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)} \quad (2.2)$$

h adalah tinggi substrat, dan ϵ_{eff} adalah konstanta efektifitas dielektrik relatif yang dapat dicari dengan persamaan berikut [7]:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\left[1 + \frac{12h}{W} \right]^{-\frac{1}{2}} \right) \quad (2.3)$$

Maka panjang *patch* (L) dapat dicari dengan [7]:

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

L_{eff} merupakan panjang *patch* efektif yang dapat dicari dengan persamaan [7]:

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2.5)$$

Karena *design* dan antena yang akan dibuat pada skripsi ini adalah antena mikrostrip 2 *array*, maka jumlah *patch* yang digunakan adalah 2 *patch* dan ukuran untuk tiap *patch* adalah sama. Untuk mencari jarak antar *patch* adalah dengan terlebih dahulu mencari panjang gelombang *pada* bahan (λ_0) yang digunakan seperti pada persamaan (2.6) [7].

$$\lambda_0 = \frac{c}{f\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.6)$$

Dengan c = kecepatan cahaya 3×10^8 m/s

f = frekuensi (yang digunakan dalam *frequency center*)

ϵ_r = konstanta bahan substrat yang digunakan

Sedangkan untuk jarak antar *patch* adalah $\frac{1}{2} \lambda_0$

2.2.2. Teknik Pencatuan Mikrostrip

Teknik pencatuan antena akan mempengaruhi impedansi input dan karakteristik antena. Teknik pencatuan secara umum adalah memindahkan tenaga dari satu titik ke titik yang lain. Teknik pencatuan pada antena mikrostrip merupakan salah satu hal penting yang akan mempengaruhi proses perencanaan. Teknik pencatuan antena mikrostrip rektanguler dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu

secara langsung menggunakan teknik *probe* koaxial atau dengan menggunakan *microstrip line*. Teknik pencatuan yang digunakan pada pembuatan antena yang dilakukan adalah teknik *microstrip line*[9].

2.2.2.1. Teknik Pencatuan *Microstrip Line*

Teknik pencatuan *microstrip line* dilakukan dengan cara menghubungkan *line* pencatuan dengan *patch* dan bahan yang digunakan pada *patch* sama dengan bahan yang digunakan untuk *line*. Pada saluran transmisi ada parameter utama yang harus diperhatikan yaitu impedansi karakteristik (Z_0).

Nilai dari impedansi karakteristik dari saluran mikrostrip ditentukan oleh lebar saluran pencatu (W_{st}) dan tinggi substrat h [9]. Lebar saluran pencatu (W_{st}) tergantung dari impedansi yang diinginkan. Adapun persamaan yang digunakan untuk perhitungan lebar saluran mikrostrip (W_{st}) dapat dilihat pada persamaan (2.7) :

$$W_{st} = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \cdot \epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (2.7)$$

Dengan nilai

$$B = \frac{60\pi^2}{z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.8)$$

2.2.2.2. Karakteristik Saluran Mikrostrip

Untuk mencari panjang dari saluran mikrostrip terlebih dahulu dicari nilai dari konstanta dielektrik efektifnya dengan persamaan (2.9) atau (2.10)[10] :

Jika $w/h < 1$:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} + 0,04 \left(1 - \frac{w}{h} \right)^2 \right] \quad (2.9)$$

Jika $w/h > 1$:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \right] \quad (2.10)$$

Untuk mendapatkan kondisi *matching* dilakukan penambahan transformator dimana pada perancangan antenna kali ini yang digunakan adalah $\frac{1}{2} \lambda$. Transformator $\frac{1}{2} \lambda$ merupakan sebuah metode *impedance matching* dengan cara memberikan saluran transmisi dengan impedansi Z_T diantara dua saluran transmisi yang tidak *match*.

Panjang saluran transmisi (Lst) untuk $\frac{1}{2} \lambda$ ini adalah :

$$l = \frac{\lambda_g}{2} \quad (2.11)$$

Dimana λ_g merupakan panjang gelombang pada bahan dielektrik yang dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.12) :

$$\lambda_g = \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2.12)$$

2.3 WiFi

2.3.1. Perkembangan Standar Jaringan WiFi

WiFi merupakan *singkatan* dari *Wireless Fidelity*, mempunyai pengertian berupa sekumpulan standar yang digunakan untuk Jaringan Lokal Nirkabel (*Wireless Local Area Networks - WLAN*) berdasarkan pada spesifikasi yang dikembangkan *The Institute of Electrical and Electronics Engineer (IEEE) 802.11* [1]. Spesifikasi IEEE 802 memiliki arti bahwa pada tahun 1980 bulan 2, dibuat sebuah bagian yang mengurus tentang standarisasi LAN dan MAN. Karena luasnya spesifikasi yang dibahas oleh 802, maka spesifikasi IEEE 802 dibagi lagi menjadi beberapa bagian yang lebih kecil dan spesifik seperti 802.11 yang khusus menangani

tentang *Wireless LAN Working Group* [13]. Berdasarkan standar teknik spesifikasi perangkat dari IEEE 802.11 ini masih terlagi lagi menjadi beberapa unit yaitu 802.11a, 802.11b, 803.11g dan seterusnya.

Standarisasi IEEE 802.11 berawal dari tahun 1997, jaringan WiFi muncul dengan spesifikasi 802.11 yang memiliki kecepatan hanya sebesar 2 Mbps. Pada tahun 1999, kecepatan WiFi mencapai 11 Mbps dengan spesifikasi 802.11b dan pada tahun yang sama kecepatan WiFi mampu meningkat mencapai 54 Mbps dengan spesifikasi 802.11a. Namun pada tahun 1999 jaringan kabel mampu menembus kecepatan 1Gbps.

Pada tahun 2003, jaringan WiFi mendapatkan spesifikasi baru yaitu 802.11g yang masih memiliki kecepatan 54 Mbps. Perbedaan antara spesifikasi 802.11a adalah perangkat dengan spesifikasi 802.11g lebih mudah diadopsi oleh pasar karena kompatible dengan 802.11b. Pada tahun 2009 dikeluarkan lagi spesifikasi WiFi 802.11n dengan kecepatan 600Mbps. Dan spesifikasi WiFi terkini pada tahun 2014 adalah 802.11ac dimana secara teori mampu memberikan kecepatan hingga 7 Gbps. Namun hingga saat ini belum ada perangkat yang mampu memberikan kecepatan hingga 7 Gbps [13].

Selain mampu bekerja di jaringan WLAN, teknologi WiFi juga mampu bekerja di jaringan *Wireless Metropolitan Area Network* (WMAN). Standar teknis 802.11b biasanya digunakan untuk perangkat WLAN yang menggunakan frekuensi 2,4 GHz. Frekuensi 2,4 yang digunakan untuk WLAN ini biasanya juga sering disebut dengan frekuensi *Industrial, Scientific dan Medical* atau ISM. Sedangkan standar teknis 802.11a dan 802.16 diperuntukan untuk perangkat WMAN atau biasa disebut dengan *Wi-Max*. Penggunaan standar 802.11a dan 802.16 ini bekerja di sekitar pita frekuensi 5 GHz. Jenis dari teknologi *WiFi* yang sering digunakan pada saat ini (berdasarkan IEEE 802.11b/g) beroperasi pada rentang frekuensi 2.400 MHz sampai 2.483,50MHz[1].

2.3.2. Teknologi Jaringan WiFi

Teknologi ini berfungsi untuk menggantikan kabel UTP yang selama ini digunakan untuk menghubungkan beberapa komputer atau dengan kata lain WiFi berfungsi menghubungkan jaringan pada satu area lokal secara nirkabel. Awalnya teknologi WiFi digunakan untuk penggunaan perangkat nirkabel dan jaringan area lokal (LAN), namun seiring perkembangan teknologi dan meningkatnya kebutuhan akan akses data yang cepat tanpa

kabel saat ini teknologi WiFi lebih banyak digunakan untuk mengakses internet. Dengan teknologi WiFi ini memungkinkan seseorang dengan komputer, kartu nirkabel (*wireless card*) atau *personal digital assistant* (PDA) untuk dapat terhubung dengan internet menggunakan *hotspot* (titik akses) terdekat[13].

Selain untuk mengakses internet WiFi juga dapat digunakan untuk membuat jaringan tanpa kabel di perusahaan, kantor atau pun suatu area. Karena itu banyak orang menyebut WiFi seperti kebebasan, kebebasan yang dimaksudkan karena teknologi WiFi memberikan kebebasan kepada pemakainya untuk mengakses internet atau mentransfer data dari ruangan, kampus, *cafe*, kamar hotel dan tempat-tempat yang bertanda WiFi *Hot Spot*.

Beberapa keunggulan dari Teknologi WiFi adalah kecepatan bisa lebih cepat dibandingkan modem kabel, biaya operasional yang murah, lebih praktis. Keunggulan utama dari WiFi adalah kecepatannya yang cukup bagus untuk mengakses data, sehingga pemakai WiFi tidak lagi harus berada di dalam ruangan dan tidak harus terhubung menggunakan kabel untuk dapat mengakses internet.

Salah satu kekurangan dari WiFi adalah WiFi hanya dapat di akses dengan laptop, PDA, komputer, *Handphone* atau perangkat lain yang telah dikonfigurasi dengan WiFi

certified Radio. Walaupun WiFi hanya dapat diakses pada tempat-tempat yang memiliki tanda “WiFi *Hotspot*”, hal tersebut bukan lagi menjadi suatu masalah karena jumlah tempat-tempat yang menawarkan “WiFi *Hotspot*” telah meningkat secara drastis.

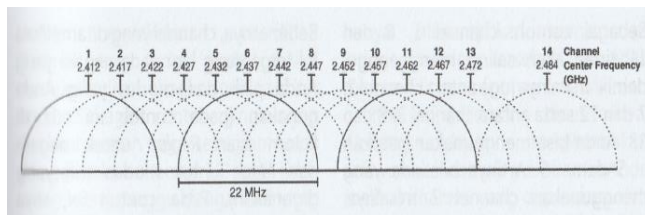
Penyebab meningkatnya ketersediaan tempat yang bertandakan “WiFi *Hotspot*” adalah dengan menyediakan tempat dengan fasilitas “WiFi *Hotspot*” berarti pelanggan dapat mengakses internet. Fasilitas ini akan memberikan nilai tambah bagi para pelanggan untuk mengunjungi lokasi tersebut. Ada beragam layanan WiFi yang ditawarkan oleh masing-masing “*Hots Spot*”, ada yang menawarkan akses secara gratis, ada juga yang menawarkan kartu prabayar dan ada yang mengharuskan pemakainya untuk menjadi pelanggan salah satu ISP yang menawarkan fasilitas WiFi.

Jaringan WiFi mempunyai dua alokasi frekuensi yang digunakan yaitu 2,4 GHz dan 5 GHz. Berdasarkan *International Telecommunication Union* (ITU), frekuensi 2,4 GHz yang digunakan oleh 802.11b/g/n dibagi menjadi 14 *channel*.

Pembagian *channel* dapat dilihat sebagai berikut [13] :

- 1) Channel 1 - 2,412 MHz;
- 2) Channel 2 - 2,417 MHz;

- 3) Channel 3 - 2,422 MHz;
- 4) Channel 4 - 2,427 MHz;
- 5) Channel 5 - 2,432 MHz;
- 6) Channel 6 - 2,437 MHz;
- 7) Channel 7 - 2,442 MHz;
- 8) Channel 8 - 2,447 MHz;
- 9) Channel 9 - 2,452 MHz;
- 10) Channel 10 - 2,457 MHz;
- 11) Channel 11 - 2,462 MHz;
- 12) Channel 12 - 2,467 MHz;
- 13) Channel 13 - 2,472 MHz;
- 14) Channel 14 - 2,484 MHz;



Gambar 2.12 Alokasi frekuensi menjadi 14 *channel*

Setidaknya ada dua hal mendasar yang menyebabkan tingginya animo masyarakat khususnya di kalangan komunitas internet untuk menggunakan teknologi WiFi. Pertama, kemudahan akses yang berarti para pengguna pada

suatu area dapat mengakses internet secara bersama-sama tanpa perlu direpotkan dengan kabel melainkan pengguna yang ingin melakukan *surfing* atau *browsing* berita dan informasi di Internet, cukup membawa perangkat seperti PDA (*personal digital assistance*) atau laptop berkemampuan WiFi ke tempat yang terdapat *access point* atau *hotspot* untuk teknologi WiFi. Faktor kedua menjamurnya *hotspot* di berbagai tempat yang dibangun oleh operator telekomunikasi, penyedia jasa internet bahkan orang perorangan dipicu, yakni karena biaya pembangunannya yang relatif murah.

2.3.3. Gangguan pada frekuensi WiFi [1].

Untuk frekuensi yang menghantarkan gelombang elektromagnetik gangguan frekuensi sering terjadi. Terutama pada saat ada dua frekuensi yang sama digunakan secara berdekatan, maka akan terjadi kerusakan pada sinyal yang dikirimkan. Selain frekuensi WiFi yang bekerja pada rentang frekuensi 2,4 GHz sampai 2,484 GHz, ada banyak peralatan yang juga menggunakan rentang 2,4 GHz. Peralatan-peralatan ini yang berpotensi mengganggu frekuensi WiFi.

Ada beberapa contoh perangkat yang frekuensi kerjanya juga berada pada rentang 2,4 GHz yaitu, *bluetooth*,

wireless camera, microwave oven. Selain frekuensi kerja yang berada pada rentang yang sama, penggunaan power yang lebih besar dari power yang digunakan WiFi yaitu sebesar 100mW juga akan merusak data WiFi.

2.3.4. Komponen WiFi

Ada empat komponen utama dalam sistem WiFi, yaitu [13] :

A. Access Point

Access-Point berfungsi mengkonversikan sinyal frekuensi radio (RF) menjadi sinyal digital yang akan disalurkan melalui kabel, atau disalurkan ke perangkat WLAN yang lain dengan dikonversikan ulang menjadi sinyal frekuensi radio.

B. Wireless LAN Card

Wireless LAN Card berfungsi sebagai *interface* antara sistem operasi jaringan *client* dengan format *interface udara ke access point*[5]. *Wireless LAN interface* merupakan peralatan yang dipasang di *Mobile/Desktop PC*, peralatan yang dikembangkan secara massal adalah dalam bentuk *Personal Computer Memory Card International Association (PCMCIA)*,

PCI card maupun melalui port *Universal Serial Bus* (USB).

C. *Extention Point*

Pada jarak tertentu, *access point* tidak dapat meng-*handle user*. Untuk meminimalisir kekurangan tersebut, maka dibutuhkan *extention point* yang berfungsi sebagai *repeater*. Agar sebuah *extention point* dapat berfungsi sebagai *repeater* dari sebuah AP, maka pengaturan frekuensi dan SSID pada sebuah AP, harus sama dengan pengaturan frekuensi dan SSID *extention point* yang digunakan.

D. Antena

Antena memegang peranan yang penting karena melalui antenalah gelombang elektromagnetik akan dikirimkan. Setiap antena memiliki karakteristik masing-masing yang disesuaikan dengan peruntukannya.