

BAB II

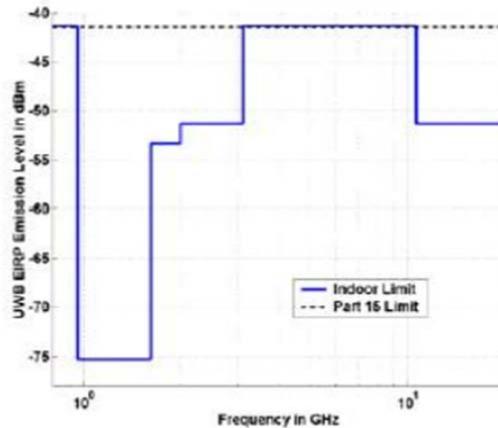
DASAR TEORI

2.1 Umum

Ultra Wideband (UWB) teknologi yang sudah ada sejak tahun 1980-an, tetapi hanya di gunakan untuk aplikasi radar based hingga sekarang [2]. Ultra Wideband (UWB) itu sendiri adalah teknologi jaringan yang dapat digunakan dalam aplikasi jaringan wireless dengan kecepatan transfer data sangat tinggi yang digolongkan pada Short Range Wireless. Teknologi ini merupakan pilihan lain dari teknologi koneksi berbasis nirkabel seperti Bluetooth dan WIFI. Sebagaimana kita ketahui perkembangan device/gadget yang memerlukan konektivitas nirkabel berkembang sangat pesat seiring dengan perubahan gaya hidup. Tuntutan akan perkembangan teknologi nirkabel tidak hanya pada segi ketersediannya pada suatu device/gadget tetapi juga harus ditunjang dengan kecepatan dan ketersediaan bandwidth yang tinggi atau multiple high bandwidth. Kelebihan ini sangat dibutuhkan dalam berbagai macam aplikasinya sebagai contohnya adalah sharing video, aplikasi pada game nirkabel dan projector nirkabel yang sangat memerlukan multiple high bandwidth[3]

Teknologi Uwb telah muncul sebagai teknologi yang dapat di gunakan untuk jaringan *wireless* dengan kecepatan data yang sangat tinggi .Sistem komunikasi *ultra wideband* merupakan sistem komunikasi yang dapat mengirim data dengan data rate 480 Mbps untuk jarak 2 meter dan 10 Mbps untuk jarak 10 meter .secara umum suatu sitem dapat di kategorikan sebagai komunikasi *ultra wideband* jika memiliki kriteria *bandwidth* fraksional lebih besar dari pada 20%.Sistem komunikasi *ultra wideband* komunikasi jarak pendek yang mempunyai bandwidht yang sangat lebar,agar suatu sistem dapat di kategorikan sebagai komunikasi *ultra wideband* maka syaratnya lebar bandwidthnya lebih besar dari 500

MHz. Sistem komunikasi *ultra wideband* sendiri telah diajukan oleh *Federal Communication Commission* (FCC) pada tahun 2002 untuk beroperasi pada spektrum frekuensi 3.1-10.6 GHz dengan maksimum power spectral density yang diijinkan sebesar 41.3 dBm/MHz.

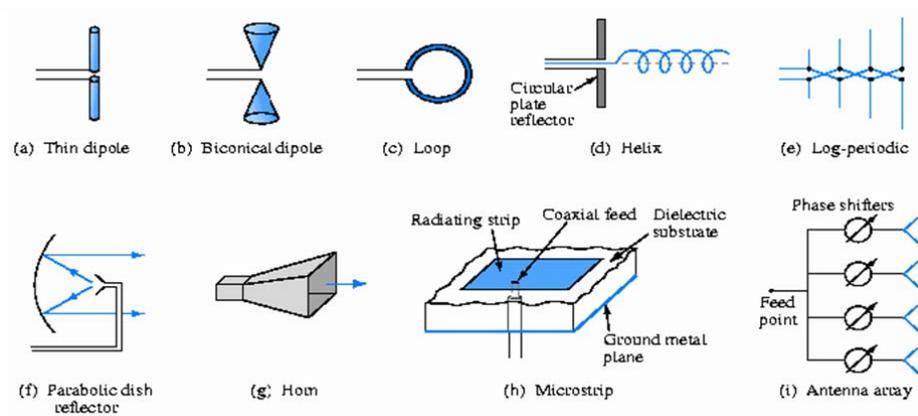


Gambar 2.1 pulsa UWB

Suatu antena dapat diartikan sebagai suatu transduser antara saluran transmisi atau pandu gelombang dalam suatu saluran transmisi dan suatu medium yang tak terikat (zonabebas) tempat suatu gelombang elektromagnetik berpropagasi (biasanya udara), atau pun sebaliknya. Dalam aplikasinya, suatu antena dapat berfungsi selain sebagai media pemancar gelombang elektromagnetik, juga sebagai penerima gelombang elektromagnetik secara efisien dan berpolarisasi sesuai dengan struktur yang dimilikinya. Selain itu, untuk meminimalkan refleksi gelombang pada titik antara saluran transmisi dan titik catu antena, maka suatu antena harus mempunyai kesesuaian (*matched*) dengan saluran transmisi yang digunakan. 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 dihubungkan singkat 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 berasal dari energi listrik seluruhnya ke energi magnet total dua kali setiap periode gelombang itu.

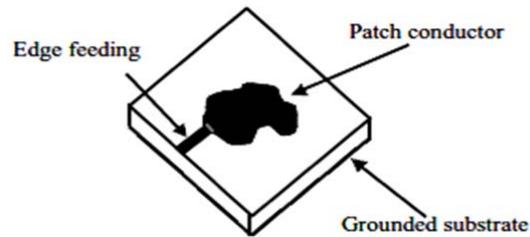
Beberapa contoh antenna dalam berbagai bentuk dilihat pada Gambar 2.2. Dan aplikasinya, antenna banyak digunakan pada penyiaran radio dan televisi, Sistem komunikasi satelit, telepon selular, sistem radar dan sensor otomatis mobil anti tabrakan, dan masih banyak fungsi-fungsi yang lain [1].



Gambar 2.2 Contoh berbagai macam bentuk antenna

2.2 Antena Mikrostrip

Antenna mikrostrip adalah suatu konduktor metal yang menempel diatas ground plane yang diantaranya terdapat bahan dielektrik. Antena mikrostrip merupakan antenna yang memiliki massa ringan, mudah untuk dibuat, dengan sifatnya yang konformal sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil dibandingkan dengan antenna jenis lain, karena sifat yang dimilikinya, antenna mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini sehingga dapat diintegrasikan dengan peralatan telekomunikasi yang berukuran kecil.



Gambar 2.3 Skema struktur antenna mikrostrip

Secara umum, antenna mikrostrip terdiri atas 3 bagian, yaitu *patch*, *substrat*, dan *ground plane*. *Patch* terletak di atas *substrat*, sementara *ground plane* terletak pada bagian paling bawah, strukturnya dapat dilihat seperti pada gambar 2.3. *Patch* berfungsi sebagai pemancar (*radiator*). *Patch* dan saluran pencatu biasanya terletak di atas substrat, sementara tebal *patch* (t) biasanya dibuat sangat tipis. Substrat terbuat dari bahan-bahan dielektrik. Substrat biasanya mempunyai tinggi (h) antara $0,003 \lambda_0 - 0,05\lambda_0$. Pada umumnya, *patch* terbuat dari logam konduktor seperti tembaga atau emas dan mempunyai bentuk yang bermacam-macam[6].

Elemen peradiasi (*radiator*) berfungsi untuk meradiasikan gelombang listrik dan magnet. Elemen ini biasa disebut sebagai radiator *patch* dan terbentuk dari lapisan logam metal yang memiliki ketebalan tertentu. Jenis logam yang biasanya digunakan adalah tembaga (*copper*) dengan konduktifitas 5.8×10^7 S/m. Patch konduktor pada antenna mikrostrip memiliki bermacam-macam bentuk, namun pada dasarnya digunakan bentuk persegi panjang (*rectangular*) dan lingkaran (*circular*) karena mudah dalam menganalisis. Adapun bentuk konduktor lain seperti bujur sangkar, segitiga, setengah lingkaran, elip, cincin, dan lain sebagainya. *Substrate* merupakan dielektrik yang membatasi elemen peradiasi dengan elemen pentanahan (*ground plan*). Bagian ini memiliki nilai konstanta dielektrik (ϵ_r), faktor disipasi dan ketebalan (h) tertentu. Ketiga nilai tersebut mempengaruhi frekuensi kerja, *bandwidth* dan juga efisiensi dari antenna yang akan dibuat ketebalan *substrate* jauh

lebih besar dari pada ketebalan konduktor metal peradiasi. Semakin tebal *substrate* maka *bandwidth* akan semakin meningkat, tetapi berpengaruh terhadap timbulnya gelombang permukaan (*surface wave*).

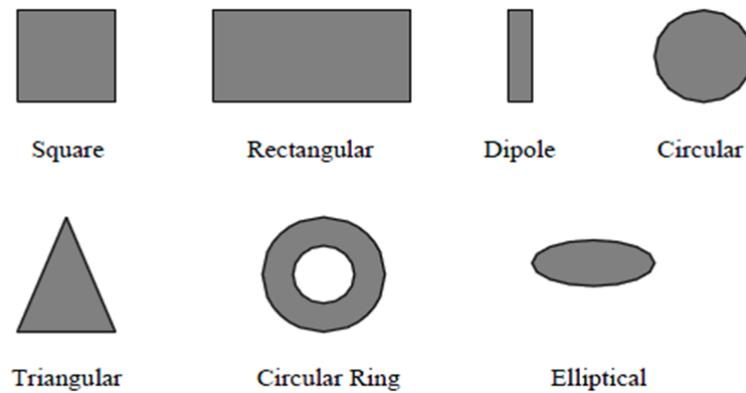
Untuk *substrate* komersial yang tersedia umumnya memiliki dua data ukuran property fisik, yaitu konstanta dielektrik atau *permittivity* (ϵ_r) dan *loss tangent* ($\tan \delta$). Pada rancang bangun jenis *substrate* yang digunakan adalah RT Duroid 5880 yang memiliki spesifikasi *loss tangent* 0,002, konstanta dielektrik 2,20 dan ketebalan 1,57 mm.

2.3 Element Paradiasi

Peradiasi atau *patch* radiator merupakan komponen utama dari suatu antenna mikrostrip, dimana pola propagasi gelombang elektromagnetik akan dipancarkan pada ruang bebas atau udara. Ada beberapa model *patch* antenna yang dapat digunakan pada ruang bebas atau udara. Secara keseluruhan dari beberapa bentuk elemen radiator antenna mikrostrip dapat dikategorikan menjadi empat bagian, yaitu mikrostrip patch antenna, mikrostrip dipole, printed slot antenna, dan mikrostrip traveling-wave antenna[7].

2.3.1 Mikrostrip Patch Antena

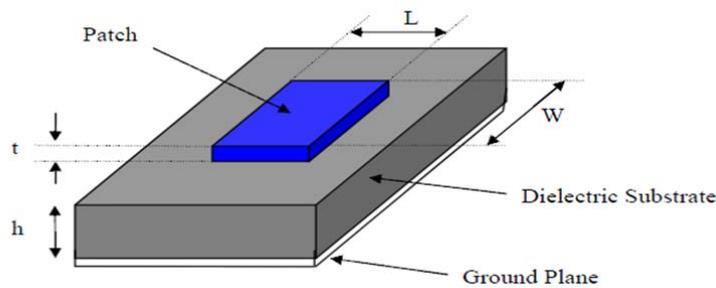
Sebuah patch antenna mikrostrip terdiri dari sebuah patch dengan bentuk geometri planar pada satu sisi substrat dielektrik serta bagian ground pada sisi yang lain. Terdapat banyak pola patch untuk mikrostrip antenna, namun pada dasarnya bentuk konfigurasi patch yang dapat digunakan di dalam merancang suatu antenna mikrostrip, seperti bujur sangkar, persegi empat, ring dan ellips seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.4 Macam-macam bentuk patch antenna mikrostrip

2.3.2 Patch persegi panjang

Perancangan sebuah *patch* peradiasi dari sebuah antenna mikrostrip dibuat pada sisi permukaan lapisan atas dari dielektrik *substrate*. Konfigurasi elemen peradiasi dari suatu antenna mikrostrip persegi panjang di perlihatkan pada gambar 2.5 memperlihatkan struktur sebuah *patch* dari antenna mikrostrip pada lapisan permukaan dielektrik *substrate* dengan ketebalan (h), dimana *patch* persegi panjang dengan dimensi ukuran panjang (L) dan lebar (W) dengan ketebalan (t) konduktor *patch*. Pada sisi lapisan bawah konduktor dijadikan sebagai bidang *ground*



Gambar 2.5 Struktur dan patch antenna mikrostrip

Bentuk struktur dari *patch* persegi panjang terhadap frekuensi resonansi (f_r) dipengaruhi oleh mode dominan propagasi gelombang

transverse magnetic TM_{mn} , dimana m dan n mode orde. Sehingga dimensi *patch* persegi panjang diperoleh melalui persamaan:

$$f_r = \frac{c}{2\sqrt{\epsilon_r}} \left[\left(\frac{m}{L} \right)^2 + \left(\frac{n}{W} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (1)$$

Dimana f_r adalah frekuensi resonansi dalam Hertz, ϵ_r adalah konstanta dielektrik efektif dan c adalah kecepatan cahaya (3×10^8 m/dt). Untuk L adalah panjang sisi *patch* dalam milimeter dan W adalah lebar sisi *patch* dalam milimeter.

Untuk radiasi efektif lebar *patch* diperoleh persamaan :

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

Untuk dimensi *patch* persegi panjang digunakan mode propagasi terhadap mode propagasi TM_{10} , dimana orde mode untuk $m = 1$ dan $n = 0$. Panjang effective *patch* persegi panjang diperoleh melalui persamaan 3

$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (3)$$

Untuk sisi panjang efektif *patch* bujur sangkar dengan pertimbangan terhadap efek *fringing* pada sisi tepi peradiasi diperluas dengan menambahkan ΔL seperti yang terlihat pada gambar 2.6. Besarnya ΔL dapat diperhitungkan dengan persamaan:

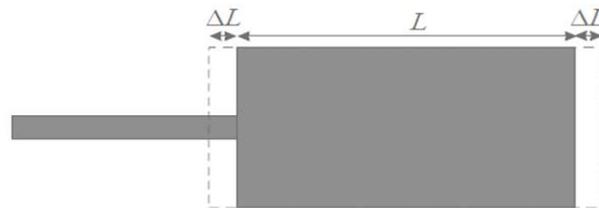
$$\Delta L = 0,412h \left[\frac{\left(\epsilon_{eff} + 0,3 \right) \left(\frac{w}{h} + 0,264 \right)}{\left(\epsilon_{eff} - 0,258 \right) \left(\frac{w}{h} + 0,8 \right)} \right] \quad (4)$$

Dimana

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

Sehingga panjang efektif untuk sisi *patch* persegi panjang [8] diperoleh melalui persamaan (5):

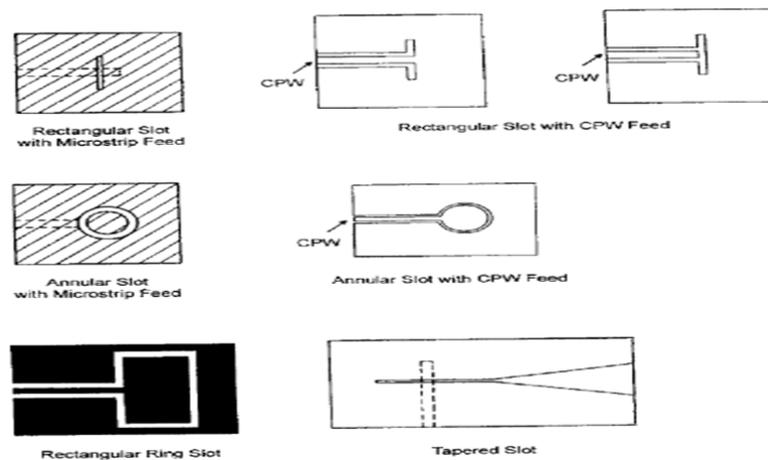
$$L_{eff} = L + 2\Delta L \quad (5)$$



Gambar 2.6 patch persegi

2.3.3 Printed slot Antena

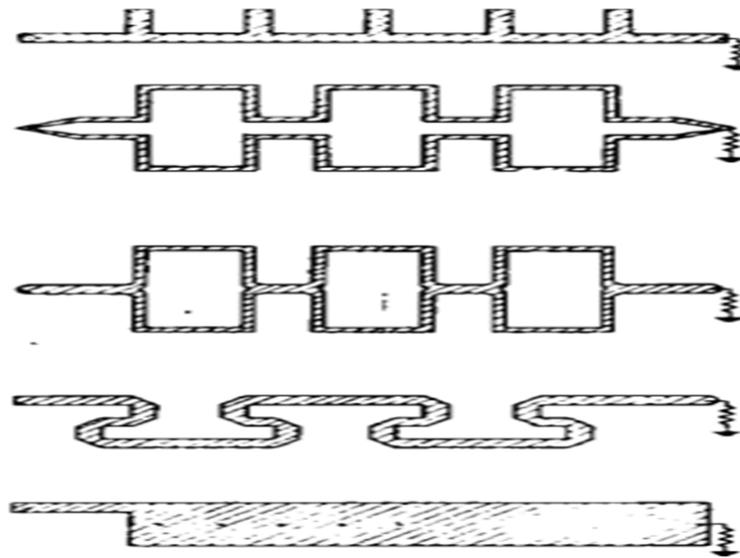
Antena ini merupakan bentuk modifikasi dari geometri dasar mikrostrip *Patch* antena, secara teoritis sebagian besar bentuk *patch* mikrostrip dapat direalisasikan dalam bentuk celah (*slot*). seperti halnya *patch* antena mikrostrip, antena slot dapat diberikan pencatutan baik oleh saluran mikrostrip atau couplanar waveguide. Beberapa bentuk dasar antena dapat dilihat pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Macam bentuk antena slot

2.3.4 Mikrostrip Traveling Wave Antena

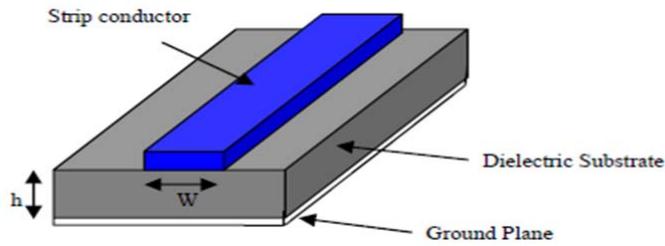
Sebuah antena *mikrostrip traveling wave* (MTA) dapat terdiri dari bentuk susunan *patch* konduktor atau garis mikrostrip yang cukup panjang untuk mendukung mode *transverse electric* (TE). ujung lain dari antena *traveling wave* diakhiri dalam bentuk resistif, teknik ini di gunakan untuk menghindari gelombang berdiri pada antena. MTA dapat dibentuk sedemikian rupa dengan bentuk susunan patch di segala arah, contoh bentuk antena ini seperti terlihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 macam bentuk antena MTA

2.4 Saluran Transmisi

Saluran transmisi merupakan suatu media rambatan bagi gelombang yang dikirimkan dari sumber ke beban. Bagian dari sistem antena adalah saluran transmisi yang dihubungkan dengan patch antena. Ada empat model yang dapat digunakan sebagai saluran pencatu patch antena, yaitu : rangkaian saluran mikrostrip planar, probe koaksial, aperture coupling dan proximity coupling. Karakteristik dan dimensi saluran transmisi mikrostrip ditentukan oleh nilai konstanta dielektrik relative substrate dan loss tangent.



Gambar 2.9 Saluran transmisi

2.4.1 Konstanta Dielektrikum Efektif

Analisa nilai parameter impedansi karakteristik dari mikrostrip secara dimensional dibatasi oleh nilai rasio antara lebar strip konduktor dengan ketebalan dielektrik umbahan (*substrate*). Konstanta dielektrik efektif diperlukan untuk menentukan hubungan bahan dari kedua dielektrik yaitu *substrate* dan pelat konduktor. Untuk menentukan nilai konstanta dielektrik efektif dapat dicari melalui persamaan (6) :Konstanta dielektrik efektif (ϵ_{eff}) untuk $w/h \geq 1$:

$$\epsilon_{eff} = \epsilon_r \left(\frac{w}{w+h} \right) + \epsilon_0 \left(\frac{h}{w+h} \right) \quad (6)$$

Dimana ϵ_{eff} = konstanta dielektrik *effective*,

ϵ_r = dielektrik efektif

w = lebar patch saluran dan

h = ketebalan substrat

2.4.2 Karakteristik impedansi

Salah satu parameter utama yang penting untuk diketahui pada suatu saluran mikrostrip adalah impedansi karakteristik (Z_0). Impedansi karakteristik, induktansi dan kapasitansi saluran transmisi ditentukan oleh

besaran fisik saluran. Nilai impedansi karakteristik ditentukan oleh lebar saluran atau konduktor(w),

Tinggi material *substrate* (h), dan konstanta dielektrik relatif (ϵ_r). Nilai impedansi karakteristik merupakan hambatan yang terjadi sepanjang saluran yang secara analisis dapat ditentukan melalui persamaan (7): Persamaan untuk nilai $w/h \geq 1$:

$$Z_0(Ohm) = \frac{[120 \pi (\epsilon_{reff})^{-1/2}]}{\frac{w}{h} + 1,393 + 0,667 \ln(1,444 + \frac{w}{h})} \quad (7)$$

Dimana Z_0 = Impedansi karakteristik dari antenna (Ω)

w = lebar patch saluran dan

h = ketebalan substrat

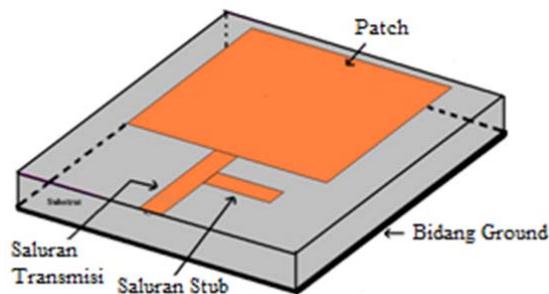
ϵ_{reff} = konstanta dielektrik *effective*

2.5 Teknik-teknik Pencatuan

Antena *patch* mikrostrip dapat diberikan saluran pencatu *patch* dengan berbagai metode. Metode ini dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori yaitu kontak langsung dan tidak kontak langsung. Dalam kategori kontak langsung, daya radio frekuensi disalurkan langsung ke *patch* menggunakan elemen penyambung seperti mikrostrip *line*. Dalam skema saluran yang tidak kontak langsung yaitu pengkoplingan medan elektromagnetik dilakukan untuk mentransfer daya antara mikrostrip *line* dan *patch* yang diradiasi. Empat teknik yang paling populer digunakan adalah Mikrostripline, probekoaksial (untuk dua kategori kontak langsung), kopling *aperture* dan kedekatan pengkoplingan (untuk dua kategori yang tidak kontak langsung).

2.5.1 Microstrip line feed

Pada jenis teknik saluran ini, sebuah garis langsung terhubung ketepi dari *patch* Mikrostrip seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.10. Saluran strip tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran *patch* dan dalam hal ini saluran dapat dibuat satu sket dengan *substrate* yang sama dan disebut struktur planar.



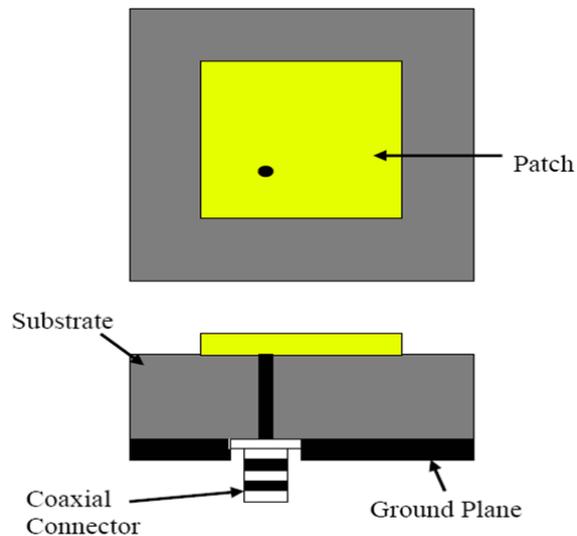
Gambar 2.10 mikrostrip line feed

Tujuan dari penyisipan *cut in* dalam *patch* ini adalah untuk mencocokkan impedansi dari saluran terhadap *patch* tanpa memerlukan penambahan elemen *matching* lainnya. Hal ini dapat dicapai dengan benar dengan melakukan kontrol yang tepat pada posisi penyisipan. Maka hal ini merupakan skema pembuatan saluran yang mudah, karena memberikan kemudahan fabrikasi dan kesederhanaan dalam pemodelan serta pencocokkan impedansi. Namun dengan ketebalan dielektrik substrat yang digunakan, gelombang permukaan dan radiasi saluran palsu juga meningkat, yang dapat menghambat *bandwidth* dari antena. Radiasi saluran juga menghasilkan radiasi terpolarisasi yang tidak diinginkan.

2.5.2 Coaxial Feed

Feed Coaxial atau saluran probea adalah teknik yang sangat umum digunakan untuk saluran Mikrostrip *patch* antena. Seperti yang terlihat dari Gambar 2.11. bagian dalam konduktor dari suatu konektor koaxial

melewati bagian dielektrik substrat dan disolder ke *patch* radiasi, sedangkan bagian luar konduktor terhubung ke *ground plane*.

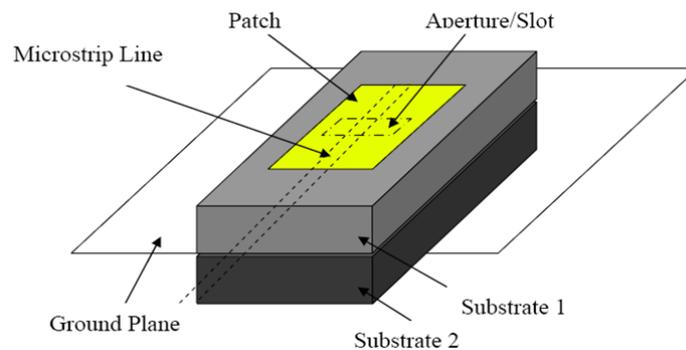


Gambar 2.11 Coaxial Feed

Keuntungan utama dari jenis saluran ini adalah saluran dapat ditempatkan disetiap lokasi yang kita inginkan di dalam *patch* agar sesuai dengan impedansi input. Saluran ini adalah metode yang mudah untuk dibuat dan memiliki radiasi palsu yang rendah. Namun, faktor utama kelemahannya adalah bahwa saluran ini bekerja pada *bandwidth* yang sempit dan sulit untuk pemodelan karena lubang harus dibor disubstrat dan konektor menonjol diluar bidang tanah, sehingga tidak membuat sepenuhnya planar untuk ketebalan substrat ($h > 0.02\lambda_0$). Juga, untuk substrat yang lebih tebal, peningkatan panjang probe akan membuat impedansi masukan yang lebih induktif, menjadi masalah utama dalam *matching* impedansi. Hal ini terlihat diatas bahwa untuk substrat dielektrik tebal, yang menyediakan *broadband bandwidth*, saluran mikrostrip dan saluran koaksial mempunyai berbagai kelemahan. Untuk itu teknik saluran tanpa koneksi langsung sebagaimana yang telah didiskusikan dibawah ini akan menjawab permasalahan ini

2.5.3 Saluran *Aperture Coupled*

Dalam jenis teknik saluran ini, radiasi *patch* dan saluran mikrostrip dipisahkan oleh bidang tanah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.12. Penghubung antara *patch* dan saluran dilakukan melalui slot atau *aperture* pada bidang tanah.



Gambar 2.12 Saluran Aperture coupel

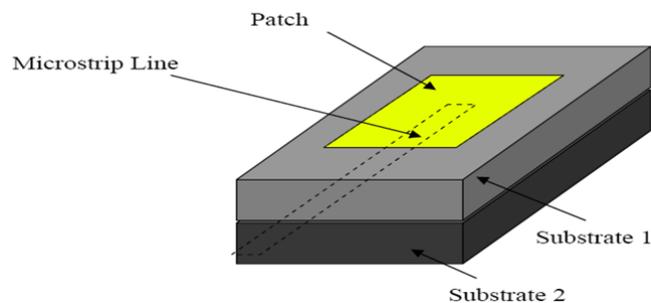
Bukaan kopling biasanya berpusat dibawah *patch*, yang mengarah ke lebih rendah *cross polarization* karena simetri konfigurasi. Jumlah kopling dari saluran untuk *patch* ditentukan oleh bentuk, ukuran dan lokasi *aperture*. Karena *groundplane* memisahkan *patch* dan saluran, maka radiasi yang tersebar dapat diminimalkan. Secara umum, bahan dielektrik yang tinggi digunakan untuk substrat dasar dan lebih tebal, untuk material yang memiliki dielektrik konstan yang rendah digunakan untuk substrat atas agar mengoptimalkan radiasi dari *patch*. Kerugian utama dari teknik saluran ini adalah sulit untuk dipabrikasi karena terdiri dari multilayer, yang juga dapat meningkatkan ketebalan antenna. Skema saluran ini juga menyediakan *bandwidth* yang sempit.

2.5.4 Saluran *Proximity Coupled*

Jenis teknik saluran ini juga disebut sebagai skema kopling elektromagnetik. Seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.13, digunakan dua

substrat dielektrik dan garis saluran diantara kedua substrat tersebut dan radiasi *patch* berada pada bagian atas pada substrat teratas.

Keuntungan utama dari teknik ini adalah bahwa saluran dapat menghilangkan radiasi palsu dan dapat menyediakan *bandwidth* yang sangat tinggi(sekitar 13%), dikarenakan oleh kenaikan keseluruhan ketebalan mikrostrip antenna *patch*. Skema ini juga menyediakan pilihan antara dua bahan media dielektrik yang berbeda, satu untuk *patch* dan satu untuk saluran untuk mengoptimalkan individu performance.



Gambar 2.13. Saluran *Proximity Coupled*

Matching dapat dicapai dengan mengontrol panjang garis saluran dan lebar kegaris rasio *patch*. Kerugian utama dari skema saluran ini adalah sulit untuk fabrikasi, karena penggabungan dua layer *substrate* yang berbeda dielektrik perlu penggabungan yang akurat. Juga ada peningkatan ketebalan dari keseluruhan antenna,

2.6 Parameter-Parameter antenna

Unjuk kerja (*performance*) dari suatu antenna mikrostrip dapat diamati dari parameternya. Beberapa parameter utama dari sebuah antenna mikrostrip akan dijelaskan sebagai berikut.

2.6.1 Return Loss

Return Loss didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan yang datang atau yang direflesikan dengan tegangan yang keluar. Perbandingan tersebut dinamakan koefisien refleksi tegangan yang dilambangkan dengan Γ_L . Untuk koefisien refleksi dapat juga dinyatakan dengan persamaan:

$$\Gamma_L = \frac{V(x)_{Pantul}}{V(x)_{Terima}} = \frac{V -}{V +} \dots\dots\dots(8)$$

Parameter *Return Loss* dapat juga dikatakan sebagai rugi-rugi pada transmisi, dikarenakan tidak seimbangya impedansi karakteristik dengan impedansi beban. Untuk Return Loss diperoleh dengan persamaan:

$$\text{Return Loss (dB)} = 20 \log |\Gamma_L| \dots\dots\dots (9)$$

2.6.2 VSWR

VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) merupakan nilai rasio antara tegangan maksimal dengan tegangan minimal yang dihitung pada posisi terjadinya koefisien refleksi antara ujung saluran dengan beban, dalam bentuk persamaan dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$VSWR = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{1 + [\Gamma_L]}{1 - [\Gamma_L]} \dots\dots\dots (10)$$

2.6.3 Bandwidth

Bandwidth antena mikrostrip merupakan jangkauan frekuensi antara kenaikan nilai VSWR dari satu sampai batas nilai yang dapat ditoleransi. Besarnya bandwidth pada penelitian ini adalah selisih antara frekuensi akhir f_2 dan frekuensi awal f_1 dengan batas kenaikan nilai $VSWR < 2$ dan dinyatakan dengan persamaan:

$$BW = f_2 - f_1 (\text{GHz}) \dots\dots\dots (11)$$

Untuk prosen nilai bandwidth dapat dituliskan dengan persamaan:

$$BW = \frac{(f2 - f1)}{fr} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

Dimana fr = Frekuensi resonansi (Hz)

$f2$ = Frekuensi maksimum (Hz)

$f1$ = Frekuensi minimum (Hz)

BW = Bandwidth

2.6.4 Input Impedance

Sebuah impedansi yang masuk ke terminal antena yang dikondisikan dalam keadaan seimbang dengan impedansi karakteristik dari saluran transmisi.

Input impedansi dinyatakan dalam persamaan:

$$Z_{in} = Z_o \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} \dots\dots\dots (13)$$

Dimana Z_{in} = Input impedansi terminal (Ohm)

Z_o = Impedansi karakteristik dari antena (Ohm)

Γ = Refleksi

Impedansi masukan (Z_{in}) terdiri dari bagian real (R_{in}) dan imajiner (X_{in}) dan dapat dinyatakan :

$$Z_{in} = 50 \{R_{in} + j X_{in}\} \dots\dots\dots (13.1)$$

Daya real (R_{in}) merupakan komponen yang di harapkan, yakni menggambarkan banyaknya daya yang hilang melalui radiasi, sementara komponen imajiner (X_{in}) menunjukkan reaktansi dari antenna dan daya yang tersimpan pada medan dekat antenna.

2.6.5 Polarisasi

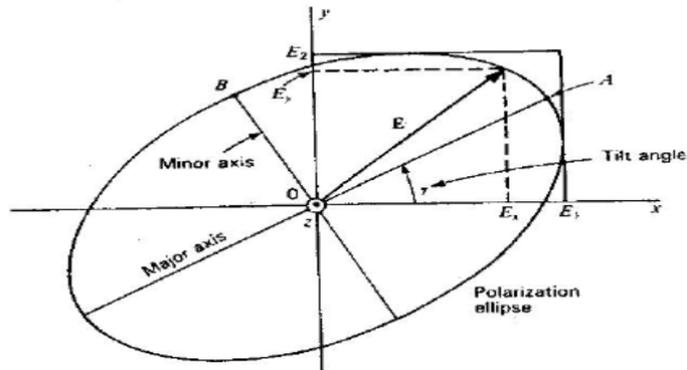
Polarisasi antenna adalah polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan oleh antenna. Jika arah tidak ditentukan maka polarisasi merupakan polarisasi pada arah gain maksimum. Pada prakteknya, polarisasi dari energi yang teradiasi bervariasi dengan arah dari tengah antenna.

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

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

- a. Medan harus mempunyai 2 komponen yang saling tegak lurus.
- b. Kedua komponen tersebut harus mempunyai magnitudo yang sama.
- c. Kedua komponen tersebut harus mempunyai perbedaan fasa waktu pada kelipatan ganjil 90° .

Polarisasi melingkar terbagi menjadi dua, yaitu Left Hand Circular Polarization (LHCP), Right Hand Circular Polarization (RHCP). LHCP terjadi ketika $\delta = +\pi/2$, sebaliknya RHCP terjadi ketika $\delta = -\pi/2$.



Gambar 2.14 Polarisasi ellip dengan sudut τ yang dibentuk E_x dan E_y dengan amplitude E_1 dan E_2 .

Pada gambar diatas bentuk polarisasi ellip dengan bagian sumbu pendek OB dan bagian panjang OA membentuk sudut lancip τ , maka axial ratio dapat diperoleh dengan persamaan:

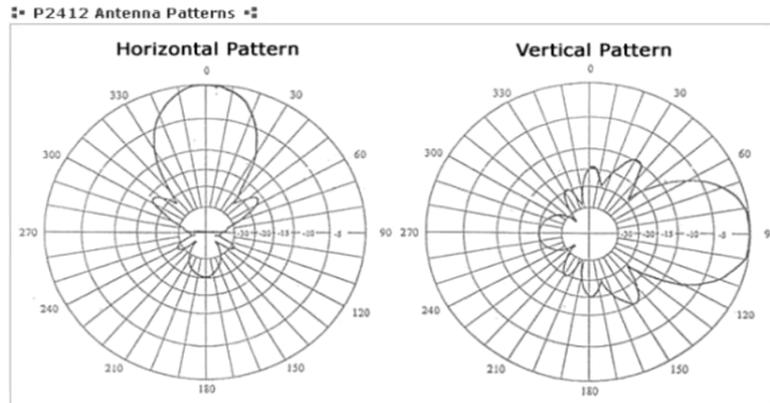
$$AR = \frac{OA}{OB} = \frac{E_x}{E_y} (1 \leq AR \leq \infty) \dots\dots\dots (14)$$

2.6.6 Pola Radiasi

Pola radiasi antenna atau pola antenna didefinisikan sebagai fungsi matematik atau representasi grafik dari sifat radiasi antenna sebagai fungsi dari koordinat. Di sebagian besar kasus, pola radiasi ditentukan di luasan wilayah dan direpresentasikan sebagai fungsi dari koordinat directional. Pola radiasi antenna adalah plot 3-dimensi distribusi sinyal yang dipancarkan oleh sebuah antenna, atau plot 3-dimensi tingkat penerimaan sinyal yang diterima oleh sebuah antenna. Pola radiasi antenna menjelaskan bagaimana antenna meradiasikan energi ke ruang bebas atau bagaimana antenna menerima energi.

2.6.6.1 Pola Radiasi Antena Unidirectional

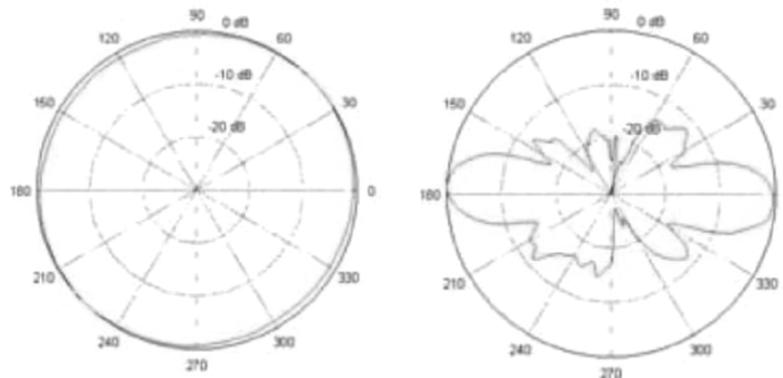
Antena unidirectional mempunyai pola radiasi yang terarah dan dapat menjangkau jarak yang *relative*. Gambar 2.15 merupakan gambaran secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antena unidirectional.



Gambar 2.15a Bentuk Pola Radiasi Antena Unidirectional

2.6.6.2 Pola Radiasi Antena Omnidirectional

Antena omnidirectional mempunyai pola radiasi yang digambarkan seperti bentuk kue donat (doughnut) dengan pusat berimpit. Antena omnidirectional pada umumnya mempunyai pola radiasi 360^0 jika dilihat pada bidang medan magnetnya. Gambar 2.15 merupakan gambaran secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antena omnidirectional.



Gambar 2.15b Bentuk Pola Radiasi Antena Omnidirectional

2.6.7 Gain

Gain didefinisikan sebagai directivity yang dihasilkan maksimum dari power antenna yang dirancang dengan intensitas maksimum radiasi dari antenna referensi yang dinyatakan dengan persamaan:

$$G = 10 \log \frac{\text{Maksimum Intensitas radiasi}}{\text{maksimum intensitas radiasi dari antenna referensi dengan input power sama}} \quad (15)$$

Untuk suatu metode pengukuran gain dari antenna dengan menggunakan “Friis Transmission Formula”, dimana metode tersebut telah dipublikasikan oleh Harald T. Friis dari Bell Telephone Laboratories tahun 1946.

2.6.8 Beamwidth

Beamwidth adalah besarnya sudut berkas pancaran gelombang frekuensi radio utama (main lobe) yang dihitung pada titik 3 dB menurun dari puncak lobe utama. Besarnya beamwidth adalah sebagai berikut:

$$B = \frac{21,1}{f \times d} \dots\dots\dots (16)$$

Dimana $B = 3 \text{ dB beamwidth (degree)}$

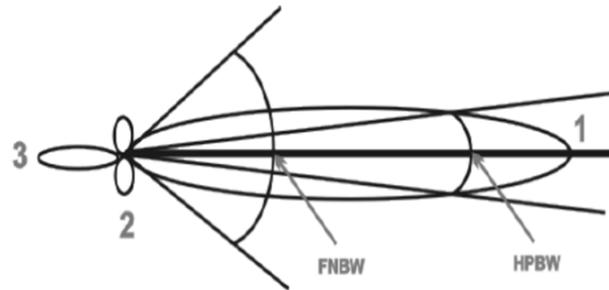
$f = \text{frekuensi (Hz)}$

$d = \text{diameter antenna (degree)}$

Apabila *beamwidth* mengacu kepada perolehan pola radiasi, maka *beamwidth* dapat dirumuskan sebagai:

$$\beta = \theta_2 - \theta_1 \dots\dots\dots (17)$$

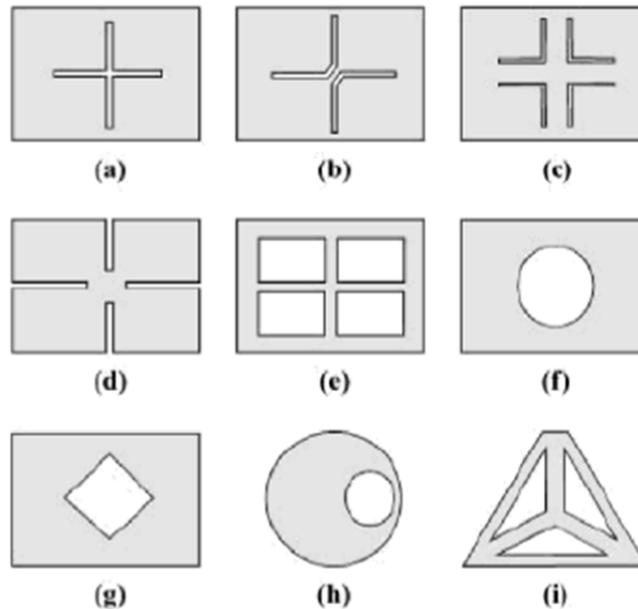
Gambar 2.16 menunjukkan tiga derah pancaran yaitu lobe utama (*main lobe*, nomor 1), lobe sisi samping (*side lobe*, nomor 2) dan lobe sisi belakang (*back lobe*, nomor 3). *Half Power Beamwidth* (HPBW) adalah daerah sudut yang dibatasi oleh titik-titik ½ daya atau -3 dB atau 0,707 dari medan maksimum pada lobe utama. *First null beamwidth* (FNBW) adalah besar sudut bidang diantara dua arah pada *main lobe* yang intensitas radiasinya nol.



Gambar 2.16 Beamwidth antenna

2.7 Antena mikrostrip broadband multiband

Dalam sebuah buku referensi yang disusun oleh *K.LWong*[9] telah diteliti bermacam konfigurasi antena mikrostrip dengan struktur kompak. Untuk memperkecil ukuran antena dengan perolehan impedansi *bandwidth* yang lebar dapat dilakukan dengan menambahkan celah pada *patch* atau disebut dengan istilah *slot loading technique*, celah pada *groundplane* dapat ditambahkan juga untuk memperlebar *bandwidth* dan perolehan *gain*. Untuk operasi *multiband* dapat dilakukan dengan menambah celah atau cuakan tipis pada tepi antena, dalam risetnya bentuk celah V didemonstrasikan untuk membentuk dual frekuensi pada *patch* berbentuk segitiga. Secara umum beberapa pola lain yang diperkenalkan juga oleh *Wong* dapat ditunjukkan seperti pada gambar 2.17



Gambar 2.17 macam bentuk celah antenna kompak

Wakabayashi Tetal padatahun 2007[10], melaporkan hasil rancangan antenna menggunakan celah e pada patch persegi panjang dan menggunakan saluran transmisi mikrostrip yang di kopel dilapisan bawah, hasil rancangan tersebut diperoleh kinerja antenna *dual band* pada 2.4 - 2.52 GHz dan 4.82-6.32GHz,perolehan impedansi *bandwidth* tersebut dilakukan dengan pengaturan lebar celah dan pengaturan posisi celah terhadap saluran.

P.N Misra pada tahun 2011 [11] memperoleh hasil rancangan antenna planar *dual bandu* ntuk resonansi 1.8GHz dan2.4 GHz, antenna yang dirancang diperoleh dengan beberapa metoda, menggunakan celah U,celah V,dan cuak tipis pada *patch* persegi panjang, substrat yang digunakan berjenis RT/Duroid 5880 dengan dimensi W x L sebesar 65.88 x 55.45 mm', Dalam risetnya tersebut disebutkan pula untuk membentuk *dual band* memungkinkan diperoleh dengan melakukan pengaturan posisi saluran.

Struktur antena *Couplanar Feedline* dengan menghilangkan *groundplane* dilaporkan *Wen-ChungLiu* dan *Ping-Chi Kao* [12], radiator antena monopol dibentuk dengan dua saluran berlipat melalui saluran transmisi CPW, impedansi *bandwidth* yang diperoleh mencapai 450 MHz pada resonansi 5.8 GHz. Antena tersebut dirancang untuk aplikasi RFID, bahkan disebutkan puladengan perolehan *bandwidth* yang lebar tersebut memungkinkan antena dapat diaplikasikan pula untuk WLAN. Pada 2010 *D.Parkash*, dan *R.Khanna* [13] merancang antena CPW dengan patch persegi panjang yang ditambah dengan beberapa celah panjang saling menyambung, antena dicetak pada media substrat FR4 dan dengan teknik tersebut diperoleh impedansi *bandwidth* yang lebar dengan *range* dari 3.424 GHz sampai 6.274 GHz yang dapat di aplikasikan untuk WLAN dan Wimax.

WangE,etal[15] melaporkan rancangan antena kompak persegi untuk dual frekuensi yang beresonansi pada 2.4 GHz dan 5 GHz, perolehan *dualband* tersebut didapat dengan menambahkan dua celah L berhadapan simetris pada tengah *patch*.

Byrareddy CR etal [16] merancang antena kompak mikrostrip planar dengan *patch* persegi panjang menggunakan saluran transmisi mikrostrip. Antena membentuk dual frekuensi resonansi 2.4 GHz dan 2.8 GHz untuk aplikasi WLAN dan WiMax, dualoperasi tersebut diperoleh dengan menggunakan 1 bentuk patch persegi panjang, dengan salah satu *patch* dicatu dan 2 *patch* dipisahkan dengan celah tipis yang memanjang.

Mmaidurrahman S,etal pada tahun 2012 [17] mendemonstrasikan antena kompak *multiband*, teknik yang digunakan adalah dengan menambahkan dua celah T dari luar sisi kiri dan kanan *patch* persegi panjang. Dengan penambahan dua celah tersebut dapat mengurangi ukuran antena sampai sekitar 60%, antena tersebut beresonansi pada 3.35 GHz, 5.29

GHz dan 7.65 GHz yang diaplikasikan untuk WiMax, WLAN, dan aplikasi *Microwave C Band*.

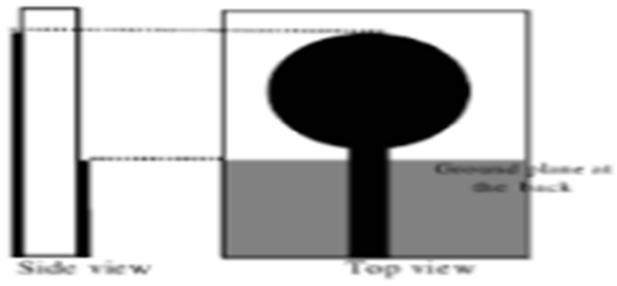
2.8 Struktur antenna microstrip UltraWideband

Ultrawideband (UWB) merupakan istilah yang tren dalam komunikasi *wireless* semenjak disepakatinya alokasi penggunaan frekuensi bebas lisensi oleh sebuah lembaga di USA bernama *Federal Communication Commission* (FCC) pada 14 Februari 2002 [18]. FCC memberikan konsep komunikasi nirkabel jarak pendek, dengan kecepatan yang tinggi menggunakan alokasi *wide bandwidth* mencapai 7.5 GHz, dengan jangkauan mulai dari 3.1-10.6 GHz. Teknologi UWB tersebut dapat diaplikasikan untuk *imaging system, radar system, medical imaging, indoor communication* dan lain sebagainya.

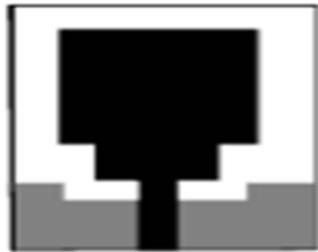
Antena UWB setidaknya harus memiliki karakteristik *bandwidth* yang sangat lebar untuk mendukung penggunaan pulsa pendek yang memerlukan *bandwidth* sekitar 500 MHz. Dalam sebuah rancangan antena banyak bentuk serta konfigurasi untuk mencapai karakteristik UWB tersebut, disamping penggunaan *array antena, printed slot antenna, bentuk planar monopole* banyak didemonstrasikan sebagai struktur umum mengingat bentuk, ukuran, serta desain yang sederhana.

Antena *monopole* UWB biasanya dibentuk dalam struktur planar, dengan penggunaan *ground plane* bagian dan ukuran *patch* sekitar seperempat panjang gelombang dari frekuensi operasi antena [19]. Bentuk *patch* yang digunakan dapat berbentuk persegi panjang, persegi, elips, lingkaran, atau modifikasi dari bentuk dasar tersebut. Pemilihan struktur planar ini menjadi tren utama untuk diintegrasikan pada perangkat-perangkat *mobile* yang memiliki desain kompak dan minimalis.

Eng Gee, et al [19] mempresentasikan perkembangan antena mikrostrip UWB yang dibentuk dalam *printed circuit board* (PCB), dalam risetnya tersebut ditampilkan beberapa konfigurasi antena UWB, ciri umum antena diperlihatkan dengan *ground plane* sebagian. Antena palanr UWB dicetak dalam *single layer* PCB dengan 3 struktur, lapisan atas sebagai lapisan konduktor, lapisan tengah sebagai bahan dielektrik, dan lapisan bawah merupakan lapisan *ground plane* yang *dietching* sebagian. Lapisan konduktor dapat berupa *patch* lingkaran, segitiga, ataupun persegi panjang. Beberapa modifikasi ditunjukkan dalam memperlebar *bandwidth*, seperti penggunaan *slot*, potongan pada *patch*, potongan pada *groundplane*, potongan bertingkat pada *groundplane*, penggunaan struktur CPW, dan lain sebagainya seperti ditunjukkan pada gambar 2.18. Untuk beberapa kondisi penempatan *patch* dengan *groundplane* tidak pada kondisi seimbang untuk mendapat impedans *ibandwidth* yang lebar. Diperlihatkan juga beberapa konfigurasi antena UWB dengan modifikasi untuk memfilter frekuensi tertentu seperti pada gambar 2.19.



(a)



(b)



(c)

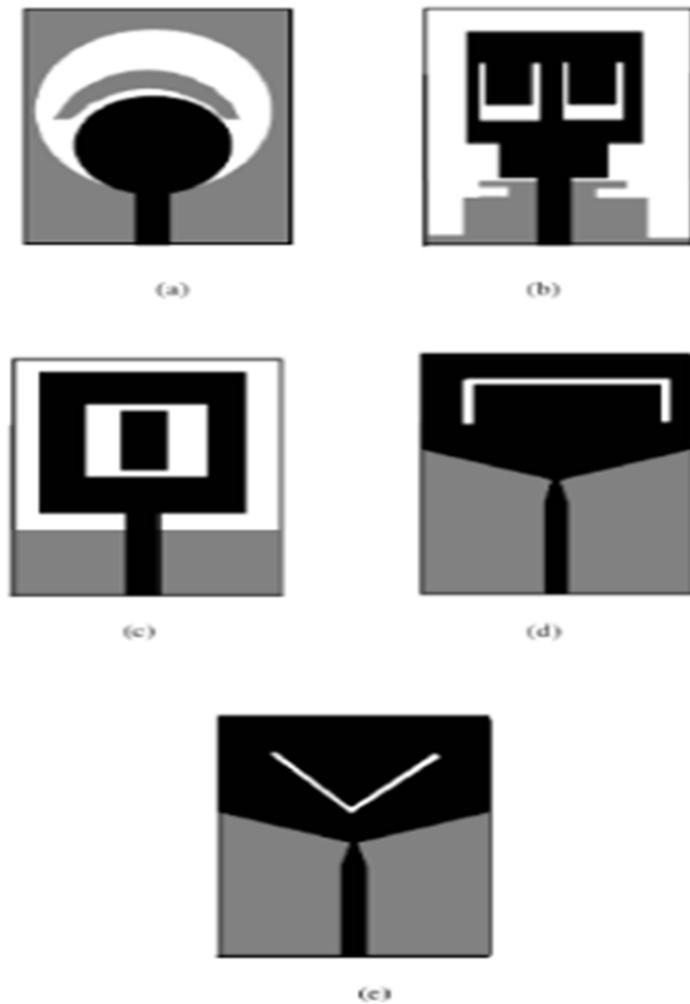


(d)



(e)

Gambar 2.18 Macam konfigurasi antenna planar UWB



Gambar 2.19 Macam konfigurasi antenna planar UWB dengan filter frekuensi

M Nabil Sifri et al, pada 2010 [20], melaporkan hasil rancangan antenna planar dengan *bandwidth* lebar 5-6GHz menggunakan FR4, dalam risetnya di eksperimen tasikan untuk memperlebar *bandwidth* dilakukan dengan memberikan potongan pada *patch* persegi panjang, kemudian dioptimasi dengan menggunakan potongan bertahap pada bagian bawah *patch*.

Zhi Ning Chen et al [21] melaporkan performansi UWB antenna dipengaruhi oleh bentuk *patch* radiator dan ukuran *groundplane*, jarak *patch* dengan *groundplane* (*gap*) juga mempengaruhi dalam hal memperlebar *bandwidth*. Sementara untuk mengurangi pengaruh dari ukuran *groundplane* dalam *patch* digunakan potongan, hasil rancangan tercapai jangkauan frekuensi dari 2.9-11.6GHz menggunakan R04003 dengan $Gr = 3.38$ dan $h = 1.52\text{mm}$

Jalil EY et al [22] telah mengeksperimentasikan antenna planar UWB dengan pencapaian *bandwidth* dari 3-8.3 GHz, dengan dua celah C ditambahkan untuk memfilter frekuensi *band* 4.8-5.8 GHz.

Jawad Ket al pada 2012 [23] mencetak antenna planar UWB pada substrat dengan $Gr = 4.6$ dan $h = 1.6\text{mm}$. Antena yang telah dirancang berhasil mencapai *bandwidth* mulai dari 3.1-11.0 GHz menggunakan celah M pada *patch* dengan filter frekuensi pada 5-6 GHz. Dilaporkan untuk memperlebar *bandwidth* dilakukan pengurangan ukuran *groundplane*.

2.9 Dasar Acuan merancang sebuah Antena

Dalam penelitian ini mengacu pada sebuah antena WLAN standar IEEE 802.11a dengan model antena omni directional (WAT911360-E6) yang mampu beroperasi pada frekuensi 5.2 GHz.



Gambar 2.20 model antena acuan

Antena diatas mempunyai nilai parameter antara lain :

Frekuensi kerja	: 5.2 GHz
Range frekuensi	; 5.15-5.825 GHz
Gain	: 1.7 dBi
VSWR	: ≤ 2
Beamwidth	: 60