

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tabel Perbandingan Penelitian Sejenis

Berdasarkan pemaparan yang terdapat pada pendahuluan, bahwa penulis menggunakan beberapa jurnal sejenis pada penelitian ini sebagai referensi. Dan juga penulis membandingkan jurnal sejenis yang dilihat dari keunggulan dan kelemahan dari masing-masing jurnal. Keterangan lebih lanjut mengenai jurnal sejenis ini dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2. 1 Tabel Perbandingan Penelitian Sejenis

No.	Judul Referensi	Nama Peneliti dan/Tahun	Keunggulan	Kelemahan
1.	Rancang Bangun dan Analisis <i>Sectoral</i> Antena Radiasi <i>Semicircular</i> Frekuensi 2.4 GHz untuk Aplikasi IEEE 802.11b/g	Baharudin Yudha Permana, Hesti Susilawati, Priswanto/2012	Antena dirancang berdasarkan Franklin Antena dan dimodifikasi dengan menambahkan reflektor logam.	Antena dapat ditambahkan <i>casing</i> untuk memperkuat antena pada aplikasi <i>outdoor</i> .
2.	Perancangan Antena Mikrostrip <i>Patch Circular</i> (2.45 GHz) <i>Array</i> dengan Teknik Pencatu	Arfan Akbar, Syah Alam, Indra Surjati/2017	Antena dirancang <i>array</i> dan menggunakan teknik pencatu <i>proximity</i> untuk	Antena hanya digunakan untuk memperkuat sinyal WiFi.

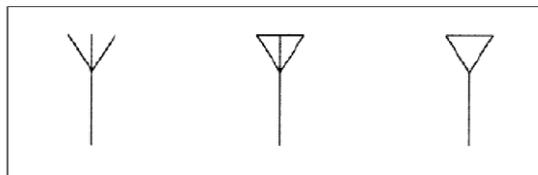
	<i>Proximity</i> sebagai Penguat Sinyal Wi-Fi		mendapatkan bandwidth yang lebih lebar.	
3.	Rancang Bangun Antena Mikrostrip <i>Patch</i> <i>Circular</i> dengan Teknik Linier <i>Array</i> untuk Frekuensi WiFi 2.4 GHz	Surya Hadi Saputra, Ari Endang Jayati, Erlinasari/2019	Antena dirancang menggunakan <i>patch circular</i> dengan teknik <i>array</i> untuk mendapatkan <i>bandwidth</i> yang lebih lebar.	Antena hanya digunakan untuk memperkuat sinyal WiFi.
4.	Rancang Bangun Antena Sektoral sebagai <i>Transceiver</i> <i>Wireless Fidelity</i> (WiFi) RT/RW Net di Desa Cahaya Alam Semendo	Shirly Kurnia Putri/2023	Antena sektoral dirancang seperti antena mikrostrip dengan menggunakan <i>patch circular</i> . Antena digunakan sebagai <i>transceiver</i> WiFi.	Antena yang dirancang hanya dapat digunakan di Desa Cahaya Alam Semendo sebagai <i>transceiver</i> WiFi.

2.2 Antena

2.2.1 Pengertian Antena

Antena berasal dari bahasa latin ‘antena’ yang berarti tiang kapal layar [5]. Antena merupakan suatu elemen penting yang harus ada pada sebuah alat atau perangkat komunikasi nirkabel yang berfungsi untuk memancarkan dan atau menerima gelombang elektromagnetik [6]. Menurut *The IEEE Standard Definition of Terms for Antenna* (IEEE Std 145-1993) antena merupakan bagian dari sistem pemancar atau penerima yang dirancang untuk memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik [7].

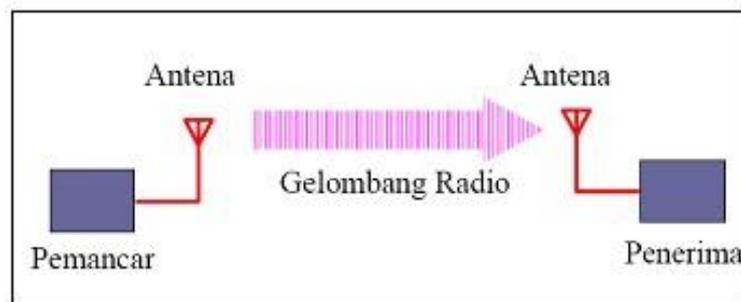
Antena jika berperan sebagai penerima akan mencari gelombang elektromagnetik dan jika berperan sebagai pemancar maka akan menghasilkan gelombang elektromagnetik. Antena juga dapat didefinisikan sebagai sebuah konduktor yang digunakan untuk memancarkan atau meneruskan gelombang elektromagnetik menuju ruang bebas atau menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas. Energi listrik dari pemancar dikonversi menjadi gelombang elektromagnetik dan oleh antena gelombang tersebut dipancarkan menuju udara bebas. Dan pada penerima akhir gelombang elektromagnetik dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan antena [5].



Gambar 2. 1 Simbol Antena [8]

Sinyal gelombang radiasi elektromagnetik yang berasal dari antena terdiri dari dua komponen yaitu medan listrik dan medan magnetik. Energi total tersebut dipancarkan dalam bentuk gelombang yang hampir konstan ke udara bebas dan ada beberapa yang terserap oleh tanah. Namun, gelombang tersebut

dipancarkan ke segala arah, ini disebabkan oleh jumlah energi yang dipancarkan berkurang kekuatannya sebagai akibat dari jarak yang semakin jauh dari sumbernya. Secara fisik, ukuran antenna harus proporsional dengan panjang gelombang. Semakin tinggi frekuensi yang digunakan maka akan semakin kecil ukuran antenna yang digunakan [9].



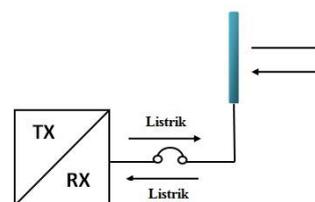
Gambar 2. 2 Komunikasi menggunakan Antena [9]

2.2.2 Fungsi Antena

Antena merupakan salah satu perangkat yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik dan memancarkannya ke ruang bebas atau sebaliknya menangkap sinyal gelombang elektromagnetik dari ruang bebas dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Berdasarkan pengertian tersebut, antena memiliki tiga fungsi pokok, yaitu [9]:

1. Antena berfungsi sebagai Konverter

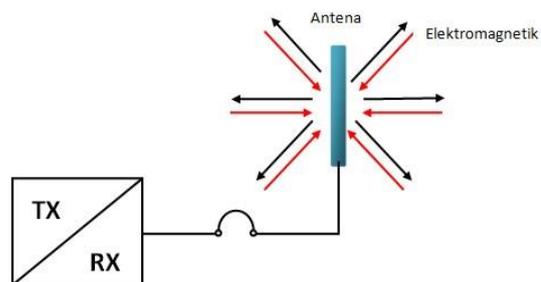
Antena dikatakan sebagai konverter karena antena mengubah bentuk sinyal dari sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik atau sebaliknya.



Gambar 2. 3 Antena sebagai Konverter [10]

2. Antena berfungsi sebagai Radiator

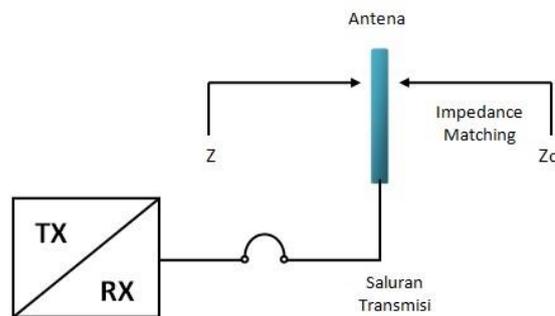
Antena dikatakan sebagai radiator karena antena memancarkan gelombang elektromagnetik ke udara bebas. Dan jika sebaliknya, antena menerima atau menangkap energi radiasi gelombang elektromagnetik dari udara bebas maka fungsinya dikatakan sebagai re-radiator.



Gambar 2. 4 Antena sebagai Radiator/Re-Radiator [10]

3. Antena berfungsi sebagai *Impedance Matching*

Antena dikatakan sebagai *impedance matching* (penyesuai impedansi) karena antena selalu menyesuaikan impedansi sistem. Sistem yang dimaksud adalah saluran transmisi dan udara bebas. Pada saat antena bekerja atau beroperasi maka antena akan menyesuaikan impedansi karakteristik saluran dengan impedansi karakteristik udara.



Gambar 2. 5 Antena sebagai *Impedance Matching* [10]

Antena dapat digunakan pada pemancar maupun penerima. Sifat antena pemancar dan penerima dikatakan *reciprocal* yaitu sebuah antena dapat digunakan sebagai antena pemancar maupun sebagai antena penerima. Maka dari itu, selain berfungsi sebagai pengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik, antena juga berfungsi untuk mengubah sinyal gelombang elektromagnetik menjadi sinyal listrik [9].

2.2.3 Jenis-Jenis Antena

Secara umum, antena memiliki dua jenis yaitu antena *omnidirectional* dan antena *directional* [11].

1. Antena *Omnidirectional*

Antena *omnidirectional* adalah jenis antena *wide beam width* yang berarti antena memiliki sudut pancaran yang lebih lebar, tetapi jaraknya lebih pendek karena pancaran radiasi bergerak ke segala arah. Contoh antena *omnidirectional* antara lain antena dipole, antena monopole dan lain-lain.

2. Antena *Directional*

Antena *directional* adalah jenis antena *narrow beam width* yang berarti antena memiliki sudut pancaran yang kecil namun lebih terarah ke satu arah. Antena ini biasanya digunakan sebagai penghubung antar gedung atau untuk daerah yang mempunyai konfigurasi cakupan area yang kecil seperti pada lorong-lorong yang panjang. Antena ini juga bisa menjangkau jarak yang jauh tetapi tidak bisa menjangkau area yang luas. Antena *directional* dapat mengirim dan menerima sinyal radio hanya pada satu arah, umumnya pada fokus yang sempit dan biasanya digunakan untuk koneksi *point to point*, atau *multiple point*. Contoh antena *directional* adalah antena parabola, sektoral, yagi, grid dan lain-lain [8].

2.3 Parameter Antena

Antena memiliki beberapa karakteristik penting dalam mendukung kinerjanya. Karakteristik atau parameter ini perlu diperhatikan saat membuat antena dan memilih jenis antena yang akan digunakan. Berikut beberapa karakteristik atau parameter antena:

2.3.1 Pola Radiasi Antena (*Radiation Pattern*)

Pola radiasi antena merupakan suatu besaran yang menentukan arah sudut sebuah antena yang memancarkan atau mendistribusikan energinya. Pola radiasi digambarkan dalam bentuk pola 3 dimensi. Dimana pola radiasi antena ini dibentuk oleh dua pola radiasi berdasar bidang irisan, yaitu pola radiasi pada bidang irisan arah elevasi (pola elevasi) dan pola radiasi pada bidang irisan arah azimuth (pola azimuth). Adapun pola radiasi antena dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Pola Radiasi Isotropis

Isotropis adalah arah pancaran antena ke berbagai arah dengan energi yang sama besar pada seluruh bidang. Bentuk dari pola radiasi isotropis adalah seperti bola.

2. Pola Radiasi *Directional*

Directional adalah arah pancaran antena yang diarahkan ke satu arah atau pada sudut tertentu. Pada arah tertentu, antena *directional* memancarkan intensitas energi yang jauh lebih besar daripada yang dipancarkan oleh antena isotropis, dan di arah yang lain intensitas pancarannya jauh lebih kecil daripada yang dipancarkan oleh antena isotropis. Oleh karena itu, antena *directional* mengalokasikan energi secara berbeda pada setiap sudut pancaran. Pola radiasi ini sering digunakan pada komunikasi *point-to-point*.

3. Pola Radiasi *Omnidirectional*

Omnidirectional adalah arah pancaran antena ke berbagai arah dengan energi yang sama dalam satu bidang.

Ada beberapa bagian pada pola radiasi yang merupakan bagian penting yaitu [12]:

1. *Main lobe* (kuncup utama) adalah bagian pola radiasi pada arah tertentu yang memiliki nilai maksimum.
2. *Minor lobe* (kuncup kecil) adalah bagian pola radiasi yang terdiri dari kuncup samping dan kuncup belakang. Kuncup utama biasanya merupakan bagian pola radiasi yang tidak diinginkan.
3. *Side lobe* (kuncup samping) adalah bagian pola radiasi yang terletak disamping kuncup utama dan merupakan bagian kuncup kecil yang terbesar.
4. *Back lobe* (kuncup belakang) adalah bagian pola radiasi yang berlawanan arah dengan kuncup kecil.
5. *Half Power Beamwidth* (HPBW) atau lebar berkas setengah daya adalah lebar berkas yang berada diantara sisi-sisi kuncup utama yang nilai dayanya setengah dari nilai maksimum kuncup utama. HPBW ini dinyatakan dalam satuan derajat sudut.
6. *First Null Beamwidth* (FNBW) adalah lebar berkas yang berada diantara sisi-sisi kuncup utama yang nilai dayanya nol. FNBW juga dinyatakan dalam satuan derajat sudut.

2.3.2 Keterarahan (*Directivity*)

Keterarahan (*directivity*) merupakan penggambaran arah pancaran atau penerimaan gelombang elektromagnetik dari suatu antenna. Jika daya radiasi sama ke segala arah atau $P_n(\theta, \phi) = 1$ untuk semua θ dan ϕ maka $\Omega_A = 4\pi$, sehingga diperoleh $D = 1$. Nilai tersebut adalah keterarahan untuk sumber isotropis dan merupakan nilai terkecil yang mampu dimiliki antenna. Maka Ω_A harus selalu sama dengan atau lebih kecil dari 4π , sedangkan keterarahan harus selalu sama atau lebih besar dari 1 [12].

2.3.3 Gain

Gain adalah salah satu parameter antenna yang menentukan seberapa besar sebuah antenna memfokuskan energi pancarannya [4]. Gain atau penguatan ialah besaran nilai yang menunjukkan adanya penambahan tingkat sinyal dari sinyal masukan menjadi sinyal keluaran. Penguatan ini bergantung pada keterarahan serta efisiensi. Semakin tinggi keterarahan maka semakin besar juga penguatannya [12]. Untuk menghitung gain antenna dapat dilihat pada persamaan berikut [13]:

$$G_a(dB) = P_a(dBm) - P_s(dBm) + G_s(dB) \quad (2.1)$$

Dimana:

G_a = gain total antenna/gain antenna yang diukur

P_a = nilai level sinyal maksimum yang diterima antenna terukur (dBm)

P_s = nilai level sinyal maksimum yang diterima antenna referensi (dBm)

G_s = gain antenna referensi

2.3.4 Polarisasi

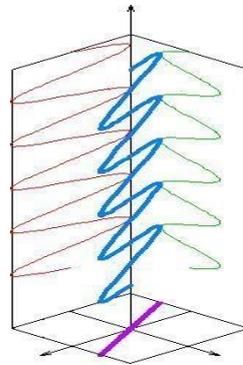
Polarisasi antenna merupakan arah gerak medan listrik dari gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh antenna pada lobe utamanya. Polarisasi dari sebuah antenna juga menginformasikan ke arah mana medan listrik memiliki orientasi dalam perambatannya [14]. Terdapat tiga macam polarisasi antenna yaitu:

1. Polarisasi Linear

Polarisasi linear adalah polarisasi yang arah medan listrik tidak berubah dengan waktu, tetapi yang berubah hanya pada orientasinya saja (positif-negatif). Polarisasi ini bersesuaian dengan pemasangan antenna itu sendiri, jika antenna dipasang vertikal maka polarisasi antenna linear vertikal. Dan jika antenna dipasang horizontal maka polarisasi antenna linear horizontal.

Polarisasi linear terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik di ruang memiliki vektor medan elektrik (magnet) pada titik tersebut selalu berorientasi pada garis lurus yang sama pada setiap waktu. Nilai axial ratio sebesar sama dengan ∞ . Hal ini terjadi jika vektor (dielektrik maupun magnet) memenuhi [15]:

- Hanya ada satu komponen.
- Dua komponen yang saling tegak lurus secara linier yang berada pada perbedaan fasa waktu atau 180° atau kelipatannya.



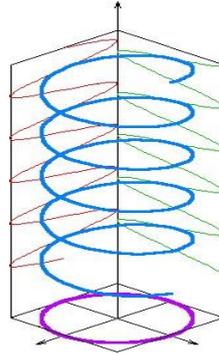
Gambar 2. 6 Polarisasi Linear [15]

2. Polarisasi Melingkar (*circular*)

Pada polarisasi ini, medan listrik berputar mengelilingi sumbu propagasi gelombang elektromagnetik. Polarisasi circular dapat berputar searah jarum jam atau disebut juga polarisasi circular kanan dan berputar berlawanan jarum jam atau polarisasi circular kiri. Polarisasi circular umumnya digunakan dalam aplikasi seperti komunikasi satelit dan navigasi GPS.

Polarisasi melingkar terjadi jika suatu gelombang berubah menurut waktu pada suatu titik memiliki vektor medan elektrik (magnet) pada titik tersebut berada pada jalur meelingkar sebagai fungsi waktu. Nilai axial ratio sebesar sama dengan 1. Kondisi yang harus dipenuhi untuk mencapai polarisasi ini adalah [15]:

- Medan harus mempunyai dua komponen yang saling tegak lurus linier.
- Kedua komponen harus mempunyai magnitudo yang sama.
- Kedua komponen harus memiliki perbedaan fasa waktu pada kelipatan ganjil 90° .



Gambar 2. 7 Polarisasi Melingkar [15]

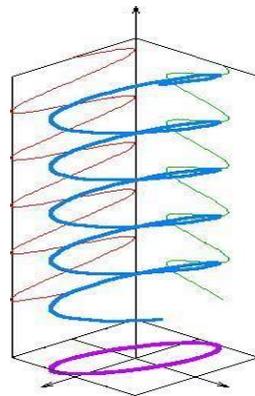
Polarisasi melingkar sifatnya berorientasi pada jalur lingkaran, artinya menerima gelombang tidak hanya satu arah saja tetapi juga sekitarnya. Polarisasi melingkar biasanya digunakan pada komunikasi satelit karena satelit dan antena di bumi tidak memiliki keadaan yang tetap. Komunikasi satelit juga membutuhkan sudut keterarahan (*directivity*) dari antena di bumi, karena orbit satelit membentuk sudut elevasi (*elevation angle*) yang berguna untuk menghindari adanya rugi-rugi gelombang akibat adanya halangan bangunan atau gedung tinggi [15].

3. Polarisasi Elips

Pada gelombang dengan polarisasi ini, dengan berjalannya waktu dan perambatan, medan listrik dari gelombang itu melakukan putaran dengan ujung-ujung panahnya terletak pada sebuah permukaan silinder dengan penampang elips.

Polarisasi elips terjadi ketika gelombang yang berubah menurut waktu memiliki vektor medan (elektrik atau magnet) yang berada pada jalur kedudukan elips pada ruang. Nilai axial ratio sebesar $1 \leq AR \leq \infty$. Kondisi yang harus dipenuhi untuk mendapatkan polarisasi ini adalah [15]:

- Medan harus mempunyai dua komponen linier orthogonal.
- Kedua komponen harus berada pada magnitudo yang sama atau berbeda. Jika kedua komponen tidak berada pada magnitudo yang sama, perbedaan fasa waktu antara kedua komponen tersebut harus tidak bernilai 0° atau kelipatan 180° (karena akan menjadi linier). Dan jika kedua komponen berada pada magnitudo yang sama maka perbedaan fasa di antara kedua komponen tersebut harus tidak kelipatan ganjil dari 90° (karena akan menjadi lingkaran).

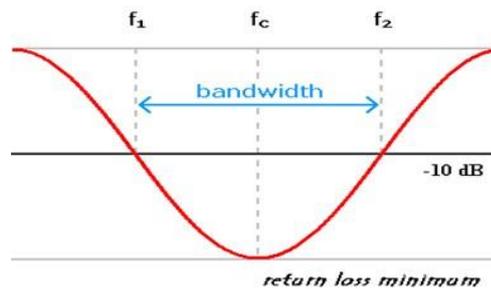


Gambar 2. 8 Polarisasi Elips [15]

2.3.5 *Bandwidth*

Bandwidth merupakan rentang frekuensi yang menunjukkan seberapa banyak data yang dapat dilewatkan koneksi melalui sebuah jaringan. *Bandwidth* merupakan lebar pita atau kapasitas saluran informasi [16]. *Bandwidth* pada antenna dapat didefinisikan sebagai lebar frekuensi dimana kinerja antenna berhubungan dengan beberapa karakteristik antenna seperti

impedansi masukan, *beamwidth*, polarisasi, gain, efisiensi, VSWR dan *return loss* yang memenuhi spesifikasi standar. Nilai *bandwidth* dapat diketahui apabila nilai frekuensi bawah dan frekuensi atas suatu antenna sudah diketahui. Frekuensi bawah adalah nilai frekuensi awal dari frekuensi kerja antenna, sedangkan frekuensi atas adalah nilai frekuensi akhir dari frekuensi kerja antenna [17].



Gambar 2. 9 *Bandwidth* [17]

Bandwidth dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (2.2)$$

$$f_c = \frac{f_2 + f_1}{2} \quad (2.3)$$

Dimana:

BW = *bandwidth* (%)

f_2 = frekuensi tertinggi

f_1 = frekuensi terendah

f_c = frekuensi tengah

Bandwidth yang dinyatakan dalam persen biasanya digunakan untuk menyatakan *bandwidth* bidang sempit (*narrowband*), sedangkan untuk menyatakan *bandwidth* antenna bidang lebar (*broadband*) biasanya digunakan definisi rasio antenna antara batas frekuensi atas dengan frekuensi bawah yang dituliskan dengan persamaan berikut [15]:

$$BW = \frac{f_a}{f_b} \quad (2.4)$$

Dimana:

f_a : batas frekuensi atas

f_b : batas frekuensi bawah

Ada beberapa jenis *bandwidth* di antaranya [15]:

1. *Impedance Bandwidth*

Impedance bandwidth merupakan rentang frekuensi dimana *patch* antenna berada pada keadaan *matching* dengan saluran pencatu. Ini terjadi karena impedansi dari elemen antenna bervariasi nilainya bergantung dari nilai frekuensi. Nilai *matching* dapat dilihat dari *return loss* dan VSWR.

2. *Pattern Bandwidth*

Pattern bandwidth merupakan rentang frekuensi dimana *bandwidth*, *side lobe* atau gain yang bervariasi menurut frekuensi memenuhi nilai tertentu. Nilai tersebut harus ditentukan pada awal perancangan antenna agar nilai *bandwidth* dapat dicari.

3. *Polarization /Ratio Bandwidth*

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

Bandwidth antenna biasanya ditulis dalam bentuk persentase karena bersifat relatif lebih konstan terhadap frekuensi. Salah satu jenis *bandwidth* adalah *impedance bandwidth* yang mana merupakan rentang frekuensi di mana *patch* antenna berada pada keadaan *matching* dengan saluran pencatu. Hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antenna bervariasi nilainya tergantung dari nilai frekuensi. Nilai *matching* ini dapat dilihat dari *return loss* dan VSWR. Nilai *return loss* dan VSWR yang masih dianggap baik adalah kurang dari -9.54 dB dan 2 secara berurutan [17].

2.3.6 Impedansi Masukan

Impedansi masukan adalah perbandingan atau rasio antara tegangan dan arus. Impedansi masukan ini bervariasi untuk nilai posisi tertentu [12]. Impedansi masukan dari suatu antena dapat dilihat sebagai impedansi antena pada terminalnya. Impedansi masukan (Z_{in}) terdiri dari bagian real (R_{in}) dan imajiner (X_{in}).

$$Z_{in} = R_{in} + jX_{in}\Omega \quad (2.5)$$

Dari persamaan di atas, komponen yang diharapkan adalah impedansi real (R_{in}) yang menggambarkan banyaknya daya yang hilang melalui panas ataupun radiasi. Komponen imajiner (X_{in}) mewakili reaktansi dari antena dan daya yang tersimpan pada medan dekat antena. Kondisi matching harus dibuat sedemikian rupa hingga mendekati $50 + j0 \Omega$.

2.3.7 Return Loss

Return loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirim. Besarnya *return loss* bervariasi tergantung pada frekuensi [5]. *Return loss* merupakan koefisien refleksi dalam logaritmik yang menunjukkan daya yang hilang karena antena dan saluran transmisi tidak *matching*. *Return loss* terjadi karena adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Sehingga tidak semua daya diradiasikan melainkan ada yang dipantulkan balik [17]. *Return loss* dapat dinyatakan seperti persamaan berikut [16]:

$$\text{Return loss} = 20 \log|\Gamma| \quad (2.6)$$

Nilai *return loss* yang baik adalah lebih kecil atau sama dengan -9.54 dB. Oleh karena itu, frekuensi kerja dari antena yang baik adalah ketika *return loss* bernilai -9.54 dB [17].

2.3.8 VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ($|V|_{max}$) dengan minimum ($|V|_{min}$). Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan (V_0^+) dan tegangan yang direfleksikan (V_0^-). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ) [17]. Secara matematis VSWR dapat dinyatakan seperti pada persamaan berikut ini [16]:

$$VSWR = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2.7)$$

Dimana:

V_{max} = tegangan maksimum

V_{min} = tegangan minimum

Γ = koefisiensi refleksi

Dimana koefisiensi refleksi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2.8)$$

Dimana:

Z_L = impedansi beban (*load*)

Z_0 = impedansi saluran *lossless*

Koefisiensi refleksi tegangan memiliki nilai kompleks, untuk beberapa kasus yang sederhana, dimana ketika bagian imajier dari Γ adalah nol, maka [5]:

$\Gamma = -1$: refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat

$\Gamma = 0$: tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *matched* sempurna

$\Gamma = +1$: refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka

Kondisi yang baik adalah ketika VSWR bernilai 1 ($S=1$) yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun kondisi ini pada praktiknya sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu, nilai standar VSWR yang diizinkan untuk pabrikasi antena adalah ≤ 2 [17].

2.4 Antena Sektoral

Antena sektoral merupakan salah satu jenis dari antena *directional*. Antena sektoral ini hampir mirip dengan antena *omnidirectional* yang mana mempunyai polarisasi vertikal dan dirancang untuk digunakan pada *Base Station* (BTS) tempat *access point* berada. Berbeda dengan antena *omnidirectional* yang dapat memberikan servis jangkauan 360 derajat, antena sektoral hanya memberikan servis jangkauan pada wilayah yang terbatas yang biasanya sekitar 45-180 derajat saja [18].



Gambar 2. 10 Antena Sektoral [19]

Antena sektoral umumnya mempunyai penguatan lebih tinggi dari antena omni sekitar 10-19 dBi. Dan sangat baik untuk memberikan servis di daerah dalam jarak 6-8 km. Arah pancaran antena sektoral ini sesuai dengan jangkauan derajat yang dipancarkan, sedangkan pada bagian belakang antena tidak memiliki sinyal pancaran [18].

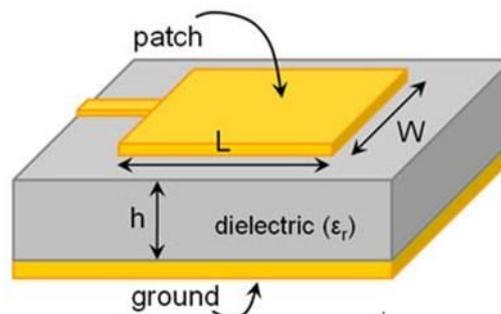
2.5 Antena Mikrostrip

2.5.1 Pengertian Antena Mikrostrip

Berdasarkan asal katanya, mikrostrip terdiri dari dua kata, yaitu mikro (sangat tipis/kecil) dan strip (bilah/potongan). Antena mikrostrip dapat

didefinisikan sebagai salah satu jenis antena yang mempunyai bentuk seperti bilah/potongan yang mempunyai ukuran yang sangat tipis/kecil [20]. Antena mikrostrip adalah antena yang memiliki bentuk dan ukuran yang ringkas sehingga dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi yang membutuhkan spesifikasi antara yang berdimensi kecil sehingga mudah dibawa dan dapat diintegrasikan dengan rangkaian elektronik lainnya (seperti IC, rangkaian aktif dan rangkaian pasif) [17].

Antena ini dapat diaplikasikan pada berbagai kegunaan seperti komunikasi satelit, komunikasi radar, militer dan aplikasi bergerak (*mobile*). Secara umum, antena mikrostrip terdiri dari tiga bagian, yaitu elemen peradiasi (*patch*), substrat dielektrik dan bidang pertanahan (*ground plane*). *Patch* terletak diatas *substrat* dan *ground plane* terletak pada bagian paling bawah [17].



Gambar 2. 11 Bagian-bagian Antena Mikrostrip [17]

Antena mikrostrip memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan antena lainnya, yaitu [17]:

1. Mudah direalisasikan dan tidak memakan biaya yang besar.
2. Mempunyai ukuran dan bentuk yang ringkas.
3. Dapat dibuat untuk menghasilkan berbagai macam pola radiasi.
4. Mudah dikoneksikan dan diintegrasikan dengan *device* elektronik lain.

Selain beberapa keuntungan, antena mikrostrip juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu [17]:

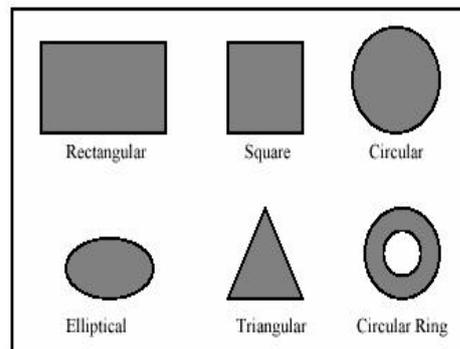
1. Mempunyai efisiensi yang rendah.
2. Memiliki bandwidth yang sempit.

2.5.2 Macam-Macam Antena Mikrostrip

Berdasarkan bentuk *patch*-nya antena mikrostrip terbagi menjadi:

1. Antena mikrostrip *patch* persegi panjang (*rectangular*).
2. Antena mikrostrip *patch* persegi (*square*).
3. Antena mikrostrip *patch* lingkaran (*circular*).
4. Antena mikrostrip *patch* elips (*elliptical*).
5. Antena mikrostrip *patch* segitiga (*triangular*).
6. Antena mikrostrip *patch* *circular ring*.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. 12 Jenis-jenis *Patch* Antena Mikrostrip [20]

2.5.3 Macam-Macam Lapisan Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip terdiri dari tiga lapisan. Yang mana lapisan tersebut berupa *patch*, *substrat* dielektrik dan *ground plane*. Berikut merupakan fungsi dari tiga lapisan yang terdapat pada antena mikrostrip [21]:

1. *Patch/Conducting Patch*

Patch merupakan lapisan paling atas pada antena mikrostrip, biasanya terbuat dari konduktor contohnya tembaga. *Patch* berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Pada lapisan ini, ada berbagai bentuk yang bisa dibuat untuk mendapatkan suatu pola radiasi yang diinginkan. Bentuk dari *patch* pada antena mikrostrip dapat berupa persegi, lingkaran, segitiga, persegi panjang dan bentuk cincin. Bentuk *patch* ini dapat dilihat pada gambar 2.12.

2. *Substrat Dielektrik*

Substrat dielektrik berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan menuju daerah di bawah *patch* [22]. *Substrat* terletak di bagian tengah, di antara *patch* dan *ground plane*. *Substrat* mempunyai jenis yang berbeda-beda dan mempunyai permitivitas relatif yang berbeda juga. Pada antena mikrostrip, semakin besar nilai permitivitas relatif, maka ukuran *patch* akan semakin kecil sehingga memperkecil daerah radiasinya juga. Sedangkan ketebalan *substrat* berpengaruh kepada *bandwidth*. Semakin lebar *substrat* dielektrik maka semakin lebar *bandwidth* yang dihasilkan, tetapi akan menambah timbulnya gelombang permukaan (*surface wave*).

3. *Ground Plane*

Ground plane adalah elemen pentanahan atau pembumian bagi sistem antena mikrostrip [22]. *Ground plane* pada antena mikrostrip terbuat dari konduktor yang berfungsi sebagai *reflector* yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan. Bentuk konduktor bisa bermacam-macam tetapi pada umumnya yang digunakan adalah yang berbentuk persegi empat dan lingkaran karena bisa lebih mudah dianalisis.

2.5.4 Teknik Pencatuan Antena Mikrostrip

Teknik pencatuan pada antena mikrostrip adalah teknik untuk mentransmisikan energi elektromagnetik ke antena mikrostrip dan teknik pencatuan merupakan salah satu hal penting dalam menentukan proses perancangan antena mikrostrip. Teknik pencatuan pada antena mikrostrip dibagi menjadi dua jenis, yaitu [23]:

1. Teknik pencatuan secara langsung

Teknik ini merupakan teknik pencatuan dimana daya dari RF di catu secara langsung pada elemen peradiasi menggunakan saluran mikrostrip.

2. Teknik pencatuan secara tidak langsung

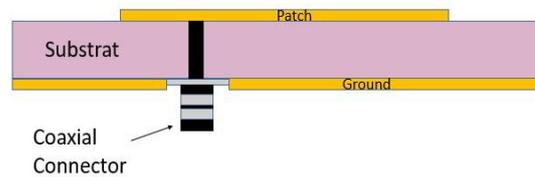
Teknik pencatuan secara tidak langsung merupakan teknik pencatuan yang tidak ada kontak langsung antara antena dan saluran pencatu sehingga proses *matching* antena mikrostrip dengan saluran pencatu dapat dilakukan secara terpisah sehingga dapat meningkatkan *bandwidth* dan mengurangi penyolderan.

Berikut beberapa macam teknik pencatuan antara lain *coaxial feed*, *microstrip feed*, *proximity coupled microstrip feed* dan *aperture coupled microstrip feed* [24].

1. *Coaxial Feeding*

Coaxial feeding adalah salah satu teknik dasar pencatuan antena mikrostrip. Kabel koaksial terhubung ke antena sehingga konduktor bagian luarnya terhubung pada bagian *ground* sementara konduktor dalam disolder ke bagian *patch*. *Coaxial feeding* cukup mudah di desain dan cukup mudah dalam fabrikasinya. Namun pencatuan ini memiliki kelemahan yaitu membutuhkan tingkat presisi yang tinggi dalam penyolderan. *Coaxial feeding* biasanya memberikan *bandwidth* yang sempit dan ketika fabrikasi menggunakan *substrat*

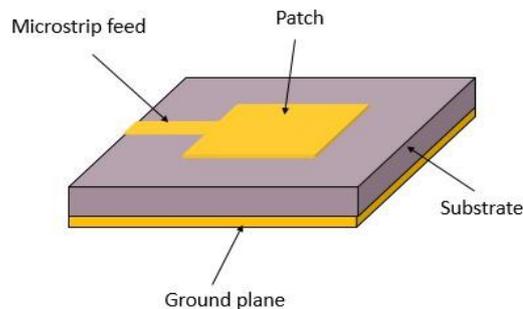
yang tebal, sehingga membutuhkan *probe* yang lebih lebar untuk meningkatkan *power* permukaan dan induktansi dari *feeding*.



Gambar 2. 13 *Coaxial Feeding* [24]

2. *Microstrip Feeding*

Microstrip feeding bisa disebut juga dengan *line feeding* merupakan pencatuan dimana *patch* dari mikrostrip di catu dengan jalur konduktor yang diletakkan di sisi yang sama pada elemen *patch*. *Microstrip linefeed* sangat mudah didesain, dihubungkan dan difabrikasi. Pencatuan ini adalah pilihan yang baik jika digunakan untuk mencatu antena *array*. Pencatuan jenis ini memiliki kelemahan yaitu menghasilkan *bandwidth* yang sempit.

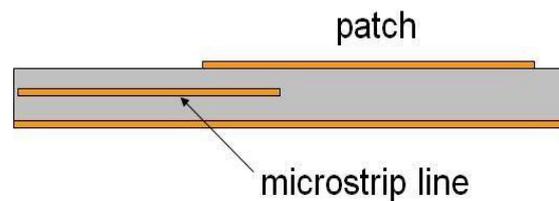


Gambar 2. 14 *Microstrip Feeding* [24]

3. *Proximity Coupled Microstrip Feeding*

Proximity coupled feeding terdiri dari dua layer *substrat* dielektrik. *Patch* dari antena mikrostrip terletak pada bagian atas *substrat* pertama dan jalur *feeding* terletak di bagian atas layer kedua atau dibawah dari *substrat*. Jadi pencatuannya dikopel secara elektromagnetis oleh *substrat* dielektrik. Pencatuan jenis ini dapat

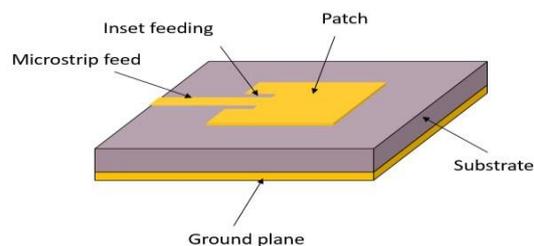
mengurangi radiasi yang tidak dibutuhkan dan memperluas *bandwidth*. Kelemahan dari pencatuan ini adalah membutuhkan ketepatan dalam mendesain bagian atas dan bawah layer agar energi dapat terkopel dengan baik.



Gambar 2. 15 *Proximity Coupled Feeding* [24]

4. *Aperture Couple Microstrip Feeding*

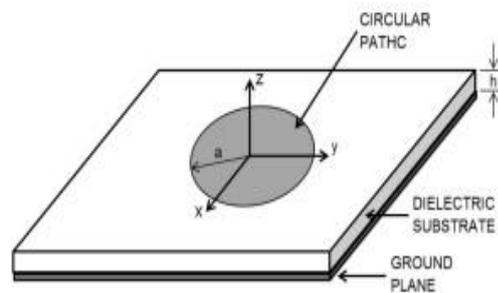
Pencatuan ini hampir sama dengan pencatuan *proximity coupled feeding*, yang mana terdiri dari dua layer substrat dengan bagian *ground* yang terletak di antara kedua *substrat* tersebut. *Patch* dari mikrostrip terletak di bagian atas dari layer teratas *substrat* dan jalur *feeding* terletak di bagian bawah dari layer terbawah *substrat*, dimana pada bagian *ground* diberikan slot yang sama dengan ukuran *feedline* agar energi dapat terkopel ke bagian *patch*. Keuntungan dari pencatuan ini adalah akan memperluas *bandwidth* antenna.



Gambar 2. 16 *Aperture Coupled Feeding* [24]

2.5.5 Dimensi Antena

Antena mikrostrip *circular* adalah antena dengan bentuk *circular* atau lingkaran pada *patch*nya. Antena mikrostrip dengan *patch circular* ini memiliki performa yang sama dengan antena mikrostrip *patch* segiempat [16]. Antena mikrostrip *circular* merupakan antena dengan bentuk yang sederhana karena hanya memiliki satu parameter dimensi yaitu berupa jari-jari *patch* (a).



Gambar 2. 17 Antena Mikrostrip *Circular Patch* [6]

Penentuan dimensi antena mikrostrip *circular* ini dihitung terlebih dahulu menggunakan persamaan untuk menghitung jari-jari *patch*, ukuran panjang dan lebar *ground plane* serta saluran pencatu.

1. Patch

Penentuan jari-jari *patch circular* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan di bawah ini [6]:

$$a = \frac{F}{\left[1 + \left(\frac{2h}{\pi \epsilon_r F}\right) \left(\ln\left(\frac{\pi F}{2h}\right) + 1.7726\right)\right]^{\frac{1}{2}}} \quad (2.9)$$

Dimana:

a = jari-jari *patch*

F = fungsi logaritmik

h = tebal *substrat*

ϵ_r = konstanta dielektrik *substrat* (4.3)

Dimana nilai:

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{f r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.10)$$

Dimana:

F = fungsi logaritmik

f_r = frekuensi kerja antena (GHz)

ϵ_r = konstanta dielektrik *substrat* (4.3)

2. *Ground Plane*

Untuk mendapatkan nilai lebar dan panjang *ground plane* menggunakan pendekatan persamaan berikut [6]:

$$L_g = 6h + 2a \quad (2.11)$$

Dimana:

L_g = panjang *ground plane*

h = tebal *substrat* (1,6 mm)

a = jari-jari *patch*

$$W_g = 6h + \frac{\pi}{2}a \quad (2.12)$$

Dimana:

W_g = lebar *ground plane*

h = tebal *substrat* (1,6 mm)

a = jari-jari *patch*

3. *Microstripline*

Untuk mendapatkan nilai *feedline* menggunakan pendekatan persamaan berikut [24]:

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left(\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right) \right] \quad (2.13)$$

Dimana nilai:

$$B = \frac{60\pi^2}{z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.14)$$

Untuk nilai panjang catuannya sebagai berikut:

$$\lambda_o = \frac{c}{f_r} \quad (2.15)$$

$$\lambda_d = \frac{\lambda_o}{\sqrt{\epsilon r}} \quad (2.16)$$

$$Lf = \frac{1}{4} \lambda_d \quad (2.17)$$

Dimana:

Wf = lebar *feedline*

Lf = panjang *feedline*

λ_d = panjang gelombang saluran

2.6 *Wireless Fidelity*

Wireless fidelity atau yang biasanya disebut WiFi merupakan suatu standar yang digunakan untuk jaringan lokal nirkabel (*Wireless Local Area Networks*) yang didasari pada spesifikasi IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) 802.11. WiFi (*wireless fidelity*) adalah komunikasi tanpa kabel seperti handphone dengan menggunakan teknologi radio sehingga penggunaanya dapat mentransfer data dengan cepat dan aman [15].



Gambar 2. 18 Logo WiFi [10]

Jaringan *wireless* ini serupa dengan stasiun radio, yang mana saat ini terdapat dua alokasi frekuensi yang digunakan yaitu 2.4 GHz dan 5 GHz yang digunakan oleh 802.11a/b/g juga dibagi menjadi chanel-chanel seperti pembagian frekuensi untuk stasiun radio. Terdapat tiga standar nirkabel yang sekarang di implementasikan di kebanyakan peralatan yang sudah siap pakai, yaitu [25]:

1. 802.11a

Disahkan oleh IEEE pada 16 september 1999 yang mempunyai kecepatan maksimum data 54 Mbps dengan *throughput* sampai setinggi 27 Mbps. 802.11a beroperasi di ISM band antara 5.745 dan 5.805 GHz. Hal ini tidak cocok dengan 802.11b dan 802.11g. Frekuensi yang tinggi berarti memiliki jangkauan yang lebih pendek dengan daya pancar yang sama.

2. 802.11b

Disahkan oleh IEEE pada 16 september 1999 dengan memakai modulasi yang dikenal sebagai *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS) di bagian dari ISM band dari 2.400 sampai 2.495 GHz. Mempunyai kecepatan 11 Mbps dengan kecepatan sebenarnya bisa dipakai 5 Mbps.

3. 802.11g

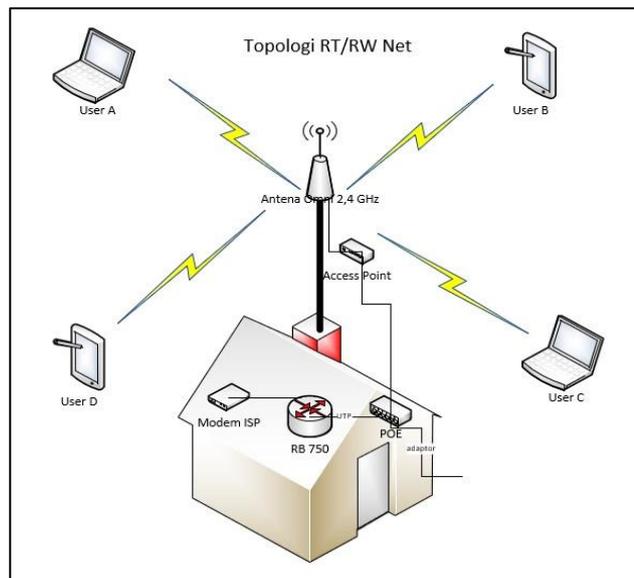
802.11g merupakan standar protokol jaringan nirkabel *de facto* karena pada hakekatnya di pakai di semua laptop dan kebanyakan alat-alat handheld lainnya. Memakai ISM band yang sama dengan 802.11b tetapi memakai modulasi *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM). Mempunyai kecepatan maksimum 54 Mbps dengan *throughput* yang bisa dipakai 22 Mbps dan bisa turun menjadi 11 Mbps atau lebih lambat untuk kecocokan 802.11b yang sangat populer.

2.7 RT/RW Net

RT RW Net merupakan salah satu jaringan komputer swadaya masyarakat yang mencakup ruang lingkup RT atau RW melalui media kabel atau wireless 2.4 Ghz dan hotspot sebagai sarana komunikasi rakyat di mana bebas diakses karena tidak terikat undang-undang dan birokrasi pemerintah. RT/RW net adalah suatu konsep dimana terdapat beberapa komputer dalam suatu perumahan atau blok yang saling berhubungan dan dapat berbagi data serta informasi [26].

RT/RW net merupakan teknologi yang menerapkan fasilitas seperti warnet tetapi dapat mencakup wilayah yang lebih luas [27]. RT/RW net ini dipasang di

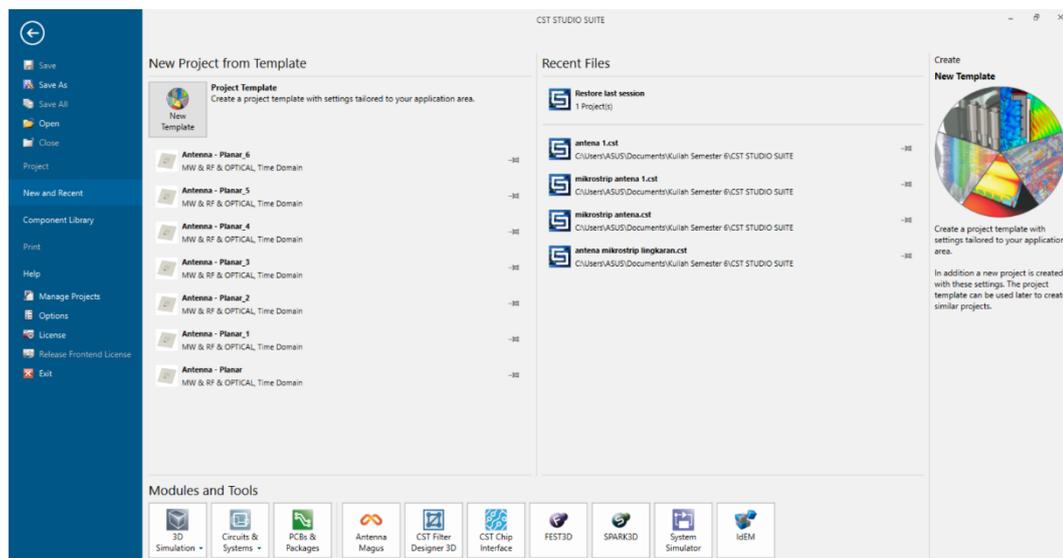
suatu daerah dengan memanfaatkan teknologi *Wireless Local Area Network* (WLAN) sehingga dapat mengakses jaringan internet dengan kecepatan hingga 300 Mbps [28]. RT/RW net adalah sebuah sistem jaringan lokal yang dibuat di area perumahan/perkampungan dengan menggunakan kabel untuk jarak dekat atau tanpa kabel (*wireless*).



Gambar 2. 19 Ilustrasi Jaringan RT/RW Net [28]

2.8 *CST Studio Suite*

CST Studio Suite merupakan platform simulasi untuk semua jenis perangkat elektromagnetik dan aplikasi terkait. Program ini menyediakan antar muka yang *user-friendly* untuk menangani banyak proyek dan tampilan secara bersamaan. Salah satu fitur yang terdapat pada aplikasi ini adalah berbagai metode simulasi dan manajemen interoperabilitas yang kuat. *CST Studio Suite* ini menyediakan beberapa opsi simulasi seperti *CST Microwave Studio*, *CST EM Studio*, *CST Particle Studio*, *SPARK3D* dan *FEST3D*. Tetapi yang digunakan pada penelitian ini adalah *CST Microwave Studio*. Ini merupakan alat simulasi 3D yang cepat dan akurat untuk frekuensi tinggi yang dapat beroperasi dalam domain waktu dan frekuensi [29].



Gambar 2. 20 Tampilan Awal *CST Studio Suite*

2.9 *Xirrus WiFi Inspector*

Xirrus Wi-fi Inspector merupakan sebuah tools alternatif yang bisa digunakan untuk mengetahui informasi secara lengkap yang berkaitan dengan jaringan wifi yang kita gunakan, atau jaringan wifi yang tertangkap dalam area dimana kita berada. *Xirrus Wifi Inspector* bisa digunakan pada hampir semua sistem operasi populer milik *Windows* seperti *Windows XP*, *Windows 7*, maupun *Windows 8*. Dengan menggunakan *Xirrus Wifi Inspector* dapat diketahui lebih dalam tentang jaringan wifi yang sedang kita gunakan. Secara umum *tool* ini sudah dilengkapi dengan fitur-fitur untuk mencari dan menemukan jaringan wifi, memverifikasi cakupan dari wifi, serta mengelola dan dapat memecahkan masalah terhadap koneksi wifi [25].

Biasanya program *Xirrus* akan membantu card wifi di laptop untuk memonitoring dan menjangkau area sekitar wifi. Setelah *Xirrus Wifi Inspector* mengscan wifi di area sekitar, maka otomatis aplikasi ini akan menampilkan secara detail informasi dari sinyal wifi tersebut berupa router yang digunakan atau wifi bersifat *secured* atau *unsecured* dari masing-masing wifi tersebut, manajemen koneksi wifi pada laptop dan alat untuk memecahkan masalah konektivitas wifi.

Yang istimewa dari *Xirrus WiFi Inspector* adalah adanya tampilan pendeteksi SSID berupa radar, selain itu informasi SSID yang ditampilkan dari *software* ini lengkap. Dan disediakan juga menu untuk mengetest kecepatan, kualitas dan koneksi pada jaringan yang digunakan [10].