

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Studi Literatur

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan mengenai rancang bangun antenna mikrostrip untuk diaplikasikan pada *unmanned aerial vehicle*. Dalam upaya pengembangan perlu dilakukan *studi* literatur sebagai salah satu dari penerapan metode penelitian yang akan dilakukan.

2.1.1 *Microstrip Array Antenna For Sensor Of Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar (Cp-Sar) Onboard Unmanned Aerial Vehicle (UAV) [1]*

Pada penelitian ini dirancang susunan antenna mikrostrip dengan menggunakan bahan *substrat* FR-4. Teknik catuan yang digunakan adalah *proximity coupled*, teknik untuk menghasilkan polarisasi sirkular dengan menggunakan teknik DGS (*Defected Ground Structure*), dan teknik untuk meningkatkan *gain* yakni antenna susunan dan teknik *parasitic*. Gambar 2.1 memperlihatkan bentuk desain antenna pada penelitian ini.

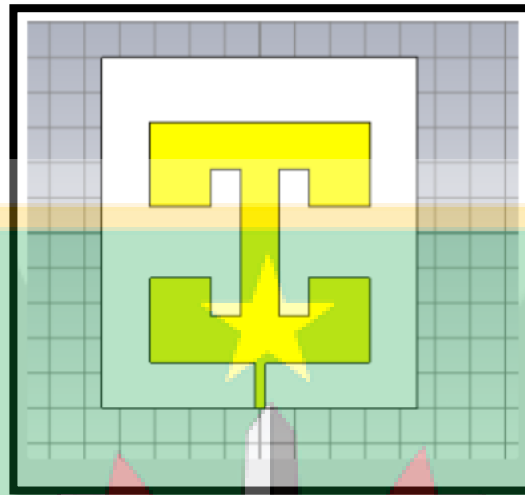


Gambar 2.1 Rancangan Antena
Sumber : Sherly, 2018

Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini berupa nilai *gain* sebesar 6,208 dBi, nilai VSWR 1,23, nilai *bandwidth* adalah 71,88 MHz dan *return loss* adalah -19,638 dB pada frekuensi 1,27 GHz. Berdasarkan hasil yang didapatkan dapat disimpulkan antenna ini dapat digunakan untuk pengindraan jarak jauh (*remote sensing*).

2.1.2 *Double E Shaped With Double T-Shaped Slotted Microstrip Antenna For Multiband [2]*

Pada penelitian ini menggunakan bahan *duroid* 5880 dengan bentuk *double t shaped*. Gambar 2.2 memperlihatkan bentuk desain antenna pada penelitian ini.

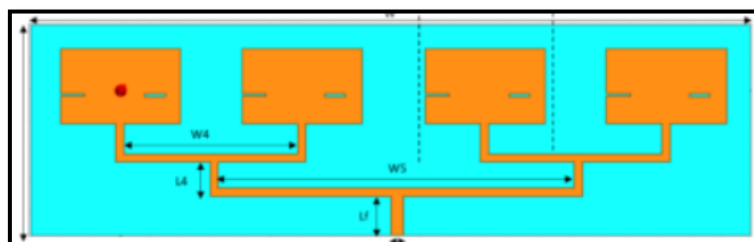


Gambar 2.2 Rancangan Antena
Sumber : Hamdan, 2017

Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini nilai *gain* adalah 3,53 dBi, nilai VSWR adalah 1,15 , nilai *bandwidth* adalah 100,08 MHz dan *return loss* adalah -21,33 dB pada frekuensi 5,8 GHz. Berdasarkan hasil yang didapatkan dapat disimpulkan antenna ini dapat digunakan untuk alat komunikasi *nirkabel*.

2.1.3 *Wifi-6 Antenna Design to Increase Data Traffic Offloading with HFFS and PCAAD Software[3]*

Pada penelitian ini menggunakan bahan *substrat* FR-4 dengan bentuk *rectangular* dan di bentuk *array* dengan tujuan untuk meningkatkan *gain* . Gambar 2.3 memperlihatkan bentuk desain antenna pada penelitian ini.

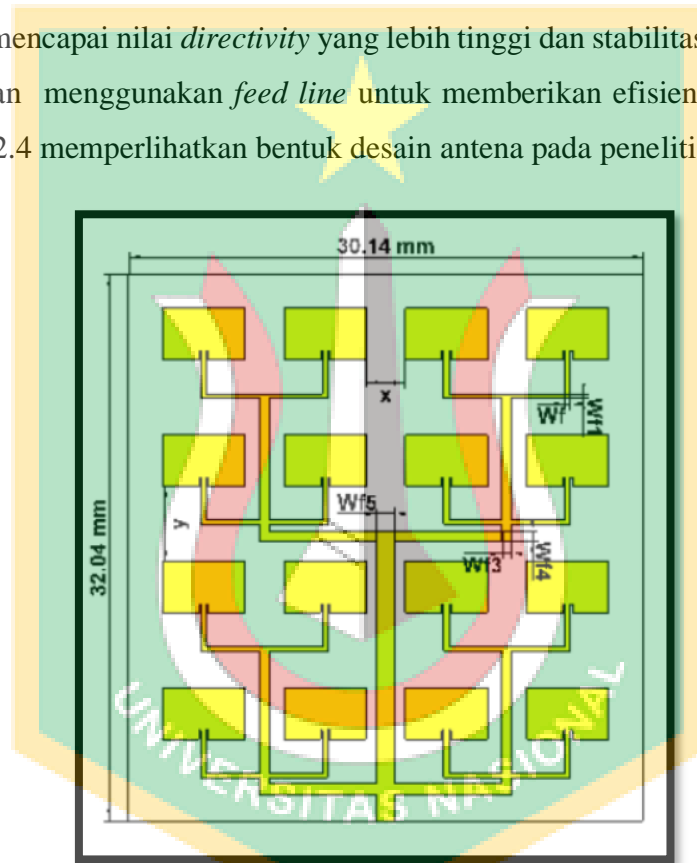


Gambar 2.3 Rancangan Antena
Sumber : Ruliyanta, 2022

Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini nilai *gain* adalah 9,82 dBi, nilai VSWR adalah 1,34 , nilai *bandwidth* adalah 405 MHz dan *return loss* adalah -16,566 dB pada frekuensi 5,2 GHz. Berdasarkan hasil yang didapatkan dapat disimpulkan antenna ini dapat digunakan untuk *wifi*.

2.1.4 *Design Of Microstrip Patch Antenna To Deploy Unmanned Aerial Vehicle As UE In 5G Wireless Network* [4]

Penelitian ini menggunakan bahan *Duroid* 5880 dengan bentuk antenna *patch rectangular* . Dipilih bahan *duroid* karena konstanta dielektriknya yang lebih rendah sehingga dapat mencapai nilai *directivity* yang lebih tinggi dan stabilitas mekanik yang baik. Teknik pencautan menggunakan *feed line* untuk memberikan efisiensi antenna yang lebih tinggi. Gambar 2.4 memperlihatkan bentuk desain antenna pada penelitian ini.



Gambar 2.4 Rancangan Antena
Sumber : M Nadi, 2021

Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini nilai *gain* adalah 12 dBi, nilai VSWR adalah 1,39 , *bandwidth* sebesar 702 MHz dan *return loss* adalah -45 dB pada frekuensi 5,83 GHz. Berdasarkan hasil yang didapatkan dapat disimpulkan antenna ini dapat digunakan untuk *unmanned aerial vehicle*.

2.2 Unmanned Aerial Vehicle (UVA)

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau yang lebih familiar kita kenal dengan sebutan *drone* adalah suatu pesawat tanpa awak yang dapat dikendalikan dari jarak jauh untuk membawa sebuah barang / alat dengan tujuan tertentu. UAV yang beredar pada umumnya memiliki prinsip kerja dapat dikendalikan melalui *remote*, *laptop* atau *smarthphone* tergantung dari konfigurasiannya. Komponen utama penyusun UAV terdiri dari sebuah antena serta *chip* komputer serupa dengan *arduino* namun lebih kompleks yang sudah dikonfigurasi sedemikian rupa sehingga sensor yang ada di UAV dapat berfungsi dengan apa yang sebelumnya sudah di program [5].

2.3 Parameter Antena

Parameter antena digunakan sebagai bahan referensi dan karakteristik. Karakteristik pada antena bertujuan untuk menentukan standar apabila suatu antena sudah mempunyai performansi yang diinginkan. Parameter antena digunakan untuk melihat kinerja dan daya kerja suatu antena seperti *bandwidth*, penguatan (*Gain*), *return loss*, *Voltage Wave Standing Ratio* (VSWR), dan impedansi masukan [6].

2.3.1 Voltage Wave Standing Ratio (VSWR) Antena

VSWR adalah perbandingan antara gelombang datang dan gelombang pantul dimana kedua gelombang tersebut membentuk gelombang berdiri. Nilai parameter VSWR digunakan sebagai acuan *matching* antara antena dan *transmitter*. Sehingga dapat ditarik kesimpulan semakin tinggi nilai VSWR berarti performansi dari antena tersebut semakin tidak baik atau gelombang yang terinterferensi semakin besar [7]. Secara matematis nilai VSWR dapat dinyatakan melalui Persamaan 2.1.

$$VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{V^+ + V^-}{V^+ - V^-} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2.1)$$

Keterangan :

V_{max} = Tegangan maksimum

V_{min} = Tegangan minimum

V^+ = Tegangan gelombang yang ditransmisikan

V^- = Tegangan gelombang yang dipantulkan

Γ = Koefisien refleksi

Dimana koefisien refleksi dinyatakan melalui Persamaan 2.2

$$\Gamma = \frac{V_R}{V_T} = \frac{P_R}{P_T} = \frac{V^-}{V^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2.2)$$

Keterangan :

V_R = Tegangan pantul

V_T = Tegangan yang ditransmisikan

P_R = Daya pantul

P_T = Daya yang ditransmisikan

2.3.2 Return Loss Antena

Return loss adalah daya yang hilang karena adanya ketidaksesuaian impedansi (*mismatched*) antara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). *Return loss* memiliki hubungan dengan VSWR yang disebabkan oleh pencampuran antara gelombang yang ditransmisikan dan gelombang yang dipantulkan dimana sama-sama menentukan *matching* antara perangkat *transmitter* dengan antena [8]. *Return loss* dapat digunakan untuk menganalisis hilangnya daya yang ditransmisikan dan seberapa besar *receiver* menerima daya yang ditransmisikan. serta dalam penentuan performansi *return loss* berbanding lurus dengan VSWR (semakin kecil nilai *return loss*-nya maka akan semakin baik pula performansi antena). Dapat disimpulkan bahwa semakin sedikit daya yang hilang pada penransmisian antena maka semakin bagus antena tersebut.

Nilai *return loss* terbaik yang paling diharapkan yaitu kurang dari -10 dB, namun jika dalam pengolahan data matematis nilai dari *return loss* dinyatakan dengan nilai positif. Jadi nilai *returnloss* maksimum yang diperbolehkan bernilai 10 dB. Adapun jika dilihat dalam grafik pengujian maka yang dipakai adalah kurang dari -10 dB. Untuk mendapatkan nilai *return loss* dapat dinyatakan melalui Persamaan 2.3.

$$RL \text{ (dB)} = 20 \log \Gamma \quad (2.3)$$

Daya pantul maksimum antena berjumlah 10% dari daya yang ditransmisikan. Sehingga bisa disimpulkan dalam suatu rumus dengan menggunakan rumus nilai daya. Maka nilai *returnloss* maksimal 10 dB dapat dihitung dengan menggunakan gabungan Persamaan 2.4 , yaitu :

$$RL \text{ (dB)} = 10 \log \frac{P_R}{P_T} \quad (2.4)$$

$$\begin{aligned} \text{RL (dB)} &= 10 \log \frac{10}{100} \\ \text{RL (dB)} &= 10 \log 0,1 \\ \text{RL (dB)} &= -10 \text{ dB} \end{aligned}$$

Kesamaan karakteristik (*Matching*) antara *transmitter* dan antena, maka nilai $\Gamma = 0$ dan *return loss* = ∞ dB tidak memiliki daya yang dapat direfleksikan jika $\Gamma = 1$, maka *return loss*-nya 0 dB, sehingga semua daya dapat dipantulkan. Berdasarkan rumus *return loss* tersebut, VSWR maksimum memiliki nilai , dengan penurunan berikut yang nilainya berkaitan erat dengan nilai *return loss* berdasarkan Persamaan 2.5.

$$\text{RL (dB)} = 20 \log \Gamma \tag{2.5}$$

Dari hasil tersebut dapat dimasukkan nilai Γ pada Persamaan 2.6.

$$\text{VSWR} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \tag{2.6}$$

$$\text{VSWR} = \frac{1+\frac{1}{3}}{1-\frac{1}{3}}$$

$$\text{VSWR} = \frac{4}{\frac{2}{3}}$$

$$\text{VSWR} = 2$$

2.3.3 Bandwidth

Bandwidth atau lebar pita adalah lebar rentang frekuensi kerja dari suatu benda antena, dimana kerja antena yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, *beamwidth*, polarisasi, *Gain*, efisiensi, VSWR, *return loss*) memenuhi spesifikasi standar. Nilai *bandwidth* didapat dari nilai frekuensi bawah dan frekuensi atas suatu antena yang sudah diketahui. Pengertian frekuensi bawah adalah suatu nilai pada frekuensi awal dari frekuensi kerja antena, sedangkan frekuensi atas adalah suatu nilai pada frekuensi akhir dari frekuensi kerja antena [9]. Untuk mengukur *bandwidth* dapat dicari melalui Persamaan 2.7.

$$\text{BW} = f_H - f_L \tag{2.7}$$

Keterangan:

F_h =Frekuensi tertinggi dalam *band* (MHz)

F_l =Frekuensi terendah dalam *band* (MHz)

F_c =Frekuensi tengah dalam *band* (MHz)

2.3.4 Gain Antena

Gain antena adalah karakter suatu antena dalam kemampuannya untuk mengarahkan suatu radiasi sinyal atau menerima sinyal dari arah tertentu. *Gain* antena dalam arah tertentu dinyatakan dalam perbandingan intensitas dengan intensitas radiasi yang diperoleh saat daya yang diterima oleh antena dipancarkan secara isotropic [10]. Nilai *Gain* antena yang diuji dapat dilihat dengan terlebih dahulu menghitung nilai *free space loss* (FSL), dengan menggunakan Persamaan 2.8.

$$FSL (dB) = 32,44 + 20 \log(D) + 20 \log (F) \quad (2.8)$$

Keterangan:

FSL = *Free Space Loss*

D = Jarak antar antena yang diukur dengan antena referensi (Km)

F = Frekuensi kerja yang digunakan (MHz)

Kemudian setelah mendapatkan nilai FSL, selanjutnya menghitung *Gain* pada antena mikrostrip dengan menggunakan persamaa 2.9.

$$G_{Rx} = P_{Rx} - P_{Tx} + L_{Tx} - G_{Tx} + FSL + L_{Rx} \quad (2.9)$$

Keterangan :

P_{Rx} = Daya yang diterima pada *spectrum analyzer*

P_{Tx} = Daya pada *signal generator*

G_{Tx} = *Gain* pada antena referensi

L_{Tx} = *Loss* pada kabel koaksial *transmitter*

FSL = *Free Space Loss*

G_{Rx} = *Gain* pada antena yang diuji

L_{Rx} = *Loss* pada kabel koaksial *receiver*

2.3.5 Pola Radiasi Antena

Pola radiasi adalah penggambaran radiasi yang berhubungan dengan kekuatan pancar dari gelombang radio yang dipancarkan oleh antena dengan sudut yang berbeda. Pola radiasi juga yang disebut dengan *Half Power Beamwidth* (HPBW) dan *First Null Beamwidth* (FNBW). *Half Power Beamwidth* (HPBW) adalah lebar berkas yang memisahkan antara dua titik $\frac{1}{2}$ daya pada pancaran utama dari pola radiasi sedangkan *First Null Beamwidth* (FNBW) adalah lebar berkas antara dua arah pada main lobe yang intensitas radiasinya bernilai nol.

Dalam pembuatan grafik pola radiasi, dibutuhkan perhitungan level daya (dB), normalisasi (dB), level daya (mW), dan level daya setelah normalisasi (mW). Untuk menentukan level daya (dB) dilakukan perhitungan melalui Persamaan 2.10.

$$\text{Level Daya (dB)} = \text{Level Daya (dBm)} - 30 \quad (2.10)$$

Selanjutnya menentukan normalisasi (dB) melalui Persamaan 2.11.

$$\text{Level Daya (dB)} = \text{level daya (dB)} + 60 \quad (2.11)$$

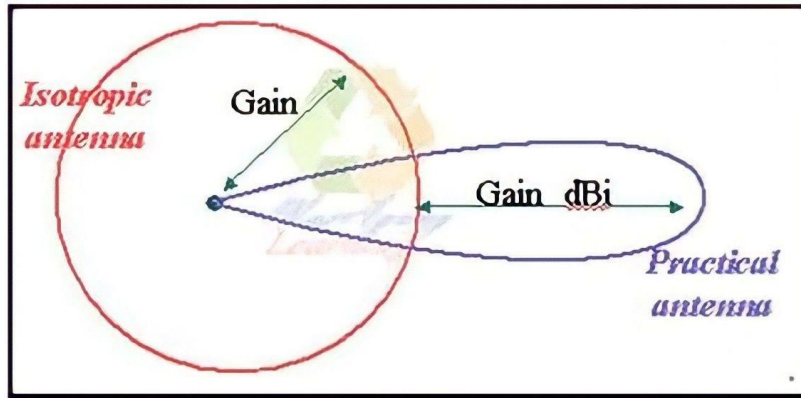
Selanjutnya menentukan level daya setelah normalisasi (mW) melalui Persamaan 2.12.

$$\text{Level Daya setelah Normalisasi (mW)} = 10^{\frac{\text{normalisasi}}{10}} (\text{dB}) \quad (2.12)$$

Berdasarkan pola radiasi nya, antena dikelompokkan menjadi tiga, yaitu [11] :

a) Antena Isotropis

Antena Isotropis adalah tipe antena yang memiliki arah pancaran ke berbagai arah dengan nilai energi yang sama besar pada seluruh bidang. Penggambaran pola radiasi antena isotropis dalam bentuk tiga dimensi akan berbentuk bola. Namun antena isotropis ini merupakan jenis antena ideal yang hanya ada secara teoritis [12]. Gambar 2.5 menunjukkan pola radiasi antena isotropis.

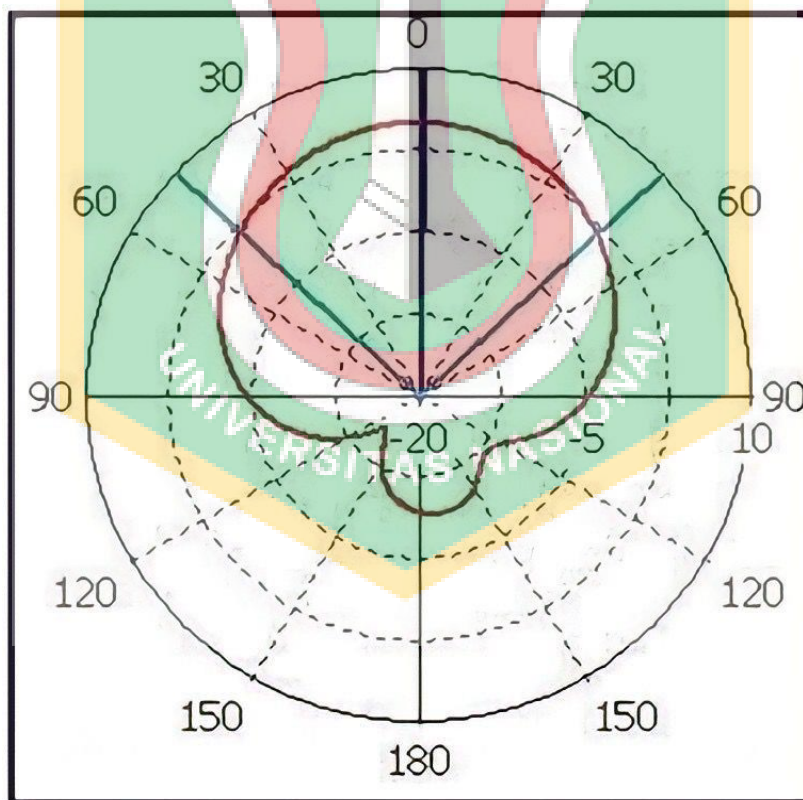


Gambar 2.5 Antena Isotropis

Sumber : Supriyanto, 2014

b) Antena Unidirectional

Antena *unidirectional* adalah tipe antena yang memiliki arah pancaran ke satu arah. Pola radiasi *unidireksional* ini biasa digunakan untuk komunikasi *point- to-point* dengan jarak cakupan (*coverage*) yang cukup jauh [13]. Gambar 2.6 menunjukkan secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antena *unidirectional*.

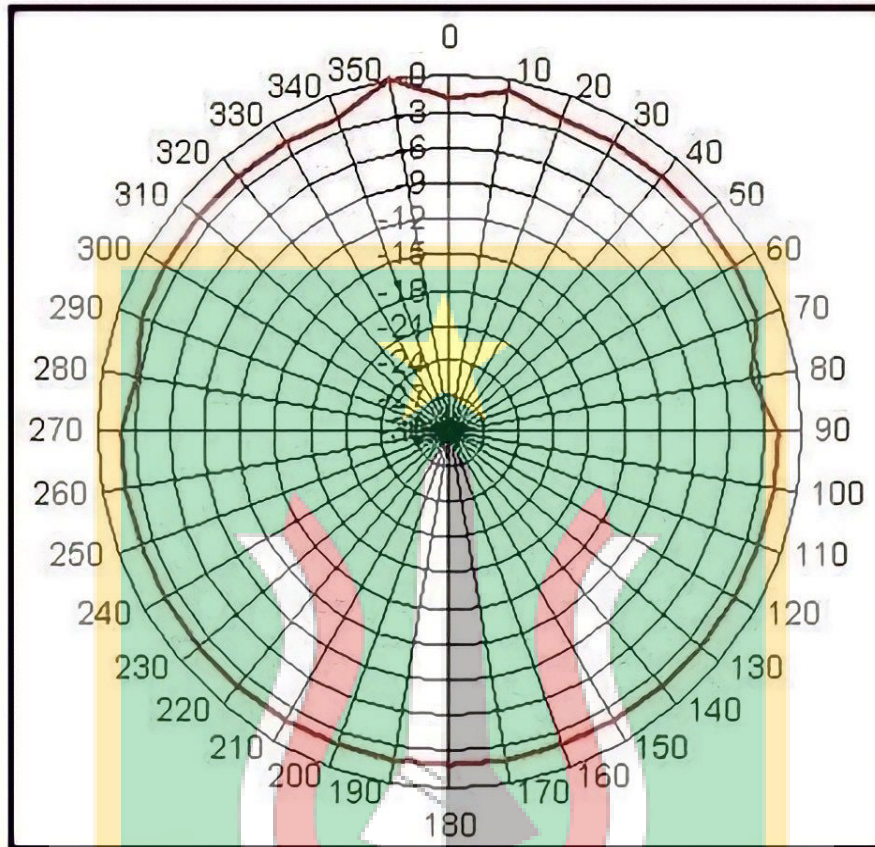


Gambar 2.6 Antena Unidirectional

Sumber : Supriyanto, 2014

c) *Antena Omnidirectional*

Antena omnidirectional adalah tipe antena yang memiliki arah pancaran ke segala arah, namun daya pancara hanya terpusat pada satu bidang tertentu [14]. Gambar 2.7 menunjukkan secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antena *omnidirectional*.

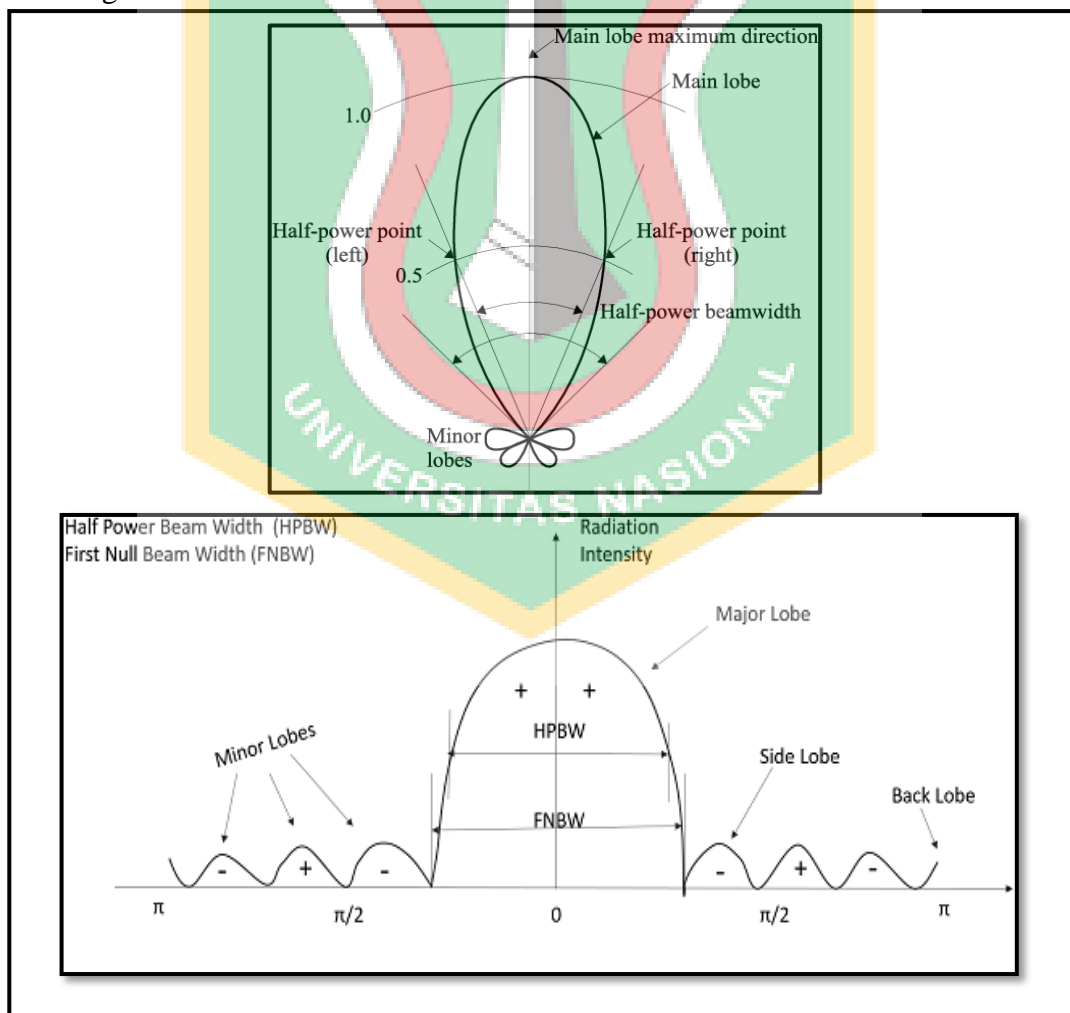


Gambar 2.7 *Antena Omnidirectional*
Sumber : Supriyanto, 2014

2.3.6 *Beamwidth Antena*

Beamwidth antena adalah suatu besar berkas antena yang ditunjukkan dengan sudut derajat pancaran antena. Berkas antena tersebut memiliki luas yang disebut dengan luas berkas (*beam area*) yaitu luas sudut ruang yang mewakili arah pancaran daya dari antena. *Beamwidth* pada suatu pola radiasi antena antara 2 buah titik pada pola radiasi, yang mempunyai nilai rapat daya *maximum*. Adapun *lobe-lobe* dari pola radiasi yang terdiri dari [15]:

- a) *Major Lobe (main lobe)* adalah bagian pola radiasi pada arah tertentu yang memiliki nilai radiasi maksimum.
- b) *Minor Lobe* adalah bagian pola radiasi yang terdiri dari *side lobe* dan *back lobe*. *Minor lobe* biasanya merupakan bagian pola radiasi yang tidak diinginkan.
- c) *Side Lobe* adalah bagian pola radiasi yang terletak disamping *major lobe* dan merupakan bagian *minorn lobe* yang besar, biasanya memiliki arah yang tegak lurus dengan *main lobe*.
- d) *Back Lobe* adalah bagian pola radiasi yang membentuk sudut 180° terhadap arah radiasi antenna (arahnya bertolak belakang dengan *major lobe*).
- e) *Half Power Beamwidth (HPBW)* lebar berkas di antara sisi-sisi *major lobe* yang nilai dayanya setengah dari nilai maksimum *major lobe*.
- f) *First Null Beamwidth (FNBW)* adalah lebar berkas di antara sisi-sisi *major lobe* yang nilai dayanya nol. Gambar 2.8 adalah gambar pola radiasi yang menunjukkan bagian *lobe-lobe* suatu antenna.



Gambar 2.8 Pola Radiasi Antena
 Sumber : Constantine A. Balanis, 2005

2.3.7 Impedansi Antena

Impedansi antena adalah impedansi yang ditunjukkan oleh antena pada terminal-terminalnya atau perbandingan suatu tegangan terhadap arus pada pasangan terminalnya. Impedansi antena juga merupakan impedansi *input* yang diberikan antena terhadap rangkaian luar atau saluran transmisi menuju antena. Nilai impedansi antena harus mendekati dengan nilai impedansi saluran transmisi. Ketika impedansi *input* mendekati impedansi karakteristik, maka kondisi *matching* akan terpenuhi. Saluran transmisi biasanya memiliki nilai hambatan $50\ \text{ohm}$ atau $75\ \text{ohm}$.

Dengan menggunakan saluran transmisi Z_0 adalah $50\ \text{ohm}$ dan impedansi beban pada saluran transmisi Z_L adalah setengah dari Z_0 , yaitu $25\ \text{ohm}$. Setelah mengetahui besar Z_L dan Z_0 maka besar impedansi transformer Z_T dapat dihitung dengan persamaan (2.10).

$$Z_T = \sqrt{Z_L} \times Z_0 \quad (2.10)$$

Saluran transmisi dapat dikatakan mencapai kondisi *matched* apabila nilai koefisien refleksi memiliki nilai nol. Terdapat tiga kondisi koefisien refleksi ketika komponen imajiner bernilai nol yaitu [16]:

- Koefisien bernilai nol, merupakan saluran transmisi dan beban dalam kondisi *matching*, yaitu tidak ada gelombang yang dipantulkan dan seluruhnya diteruskan ke beban.
- Koefisien bernilai +1, koefisien refleksi maksimum ketika nilai impedansi beban menuju tak terhingga atau dengan kata lain saluran transmisi berada pada kondisi *open circuit* sehingga seluruh gelombang datang akan dipantulkan kembali.
- Koefisien bernilai -1, koefisien refleksi negatif minimum ketika nilai impedansi beban nol atau saluran transmisi berada pada kondisi *short circuit* dimana pada kondisi ini seluruh gelombang akan terus dialirkan pada saluran transmisi.

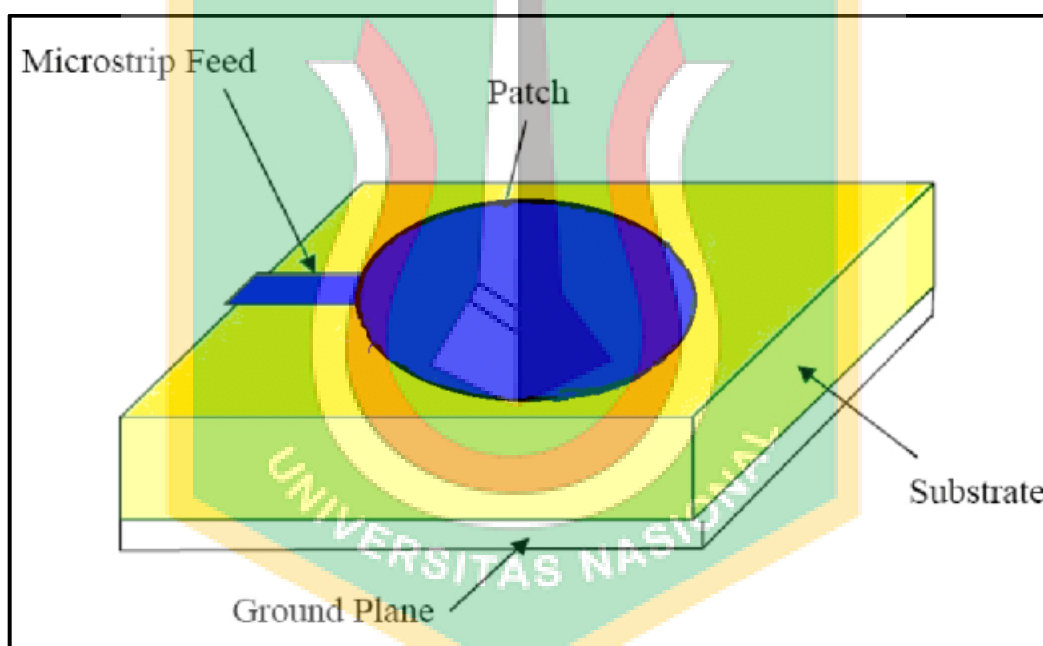
Antena yang mempunyai impedansi yang tidak *matching* akan mengakibatkan beberapa kondisi, diantaranya adalah :

- Jangkauan pemancar tidak bisa maksimal (sejauh mungkin) sesuai dengan daya pancar pemancar yang seharusnya
- Terjadinya daya balik ke pemancar sehingga pemancar akan panas dan pada akhirnya akan rusak
- Terjadinya gangguan yang berasal dari antena tersebut yang mengganggu

penerimaan antena-antena yang berada disekitarnya, misalnya penerima radio atau televisi disekitar pemancar tersebut

2.4 Antena Mikrostrip

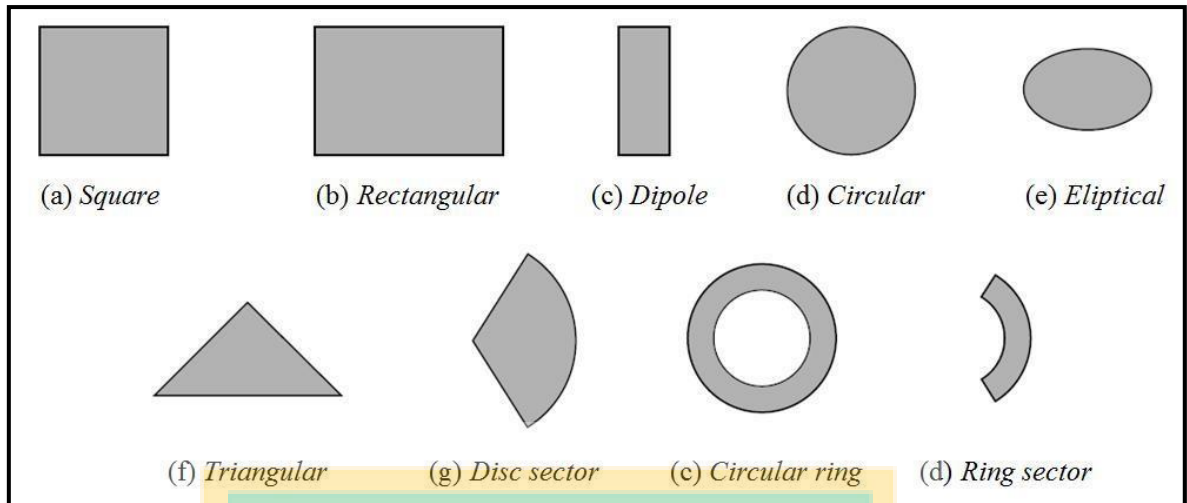
Antena mikrostrip adalah antena yang bekerja dengan menggunakan gelombang mikro serta memiliki bentuk sederhana, bobot yang ringan, serta dapat diproduksi sesuai keinginan. Pada awal tahun 1950 antena mikrostrip pertama kali dikenalkan oleh Deschamps, kemudian pada tahun 1970 antena mikrostrip lebih dikembangkan oleh Munson dan Howell, sehingga penggunaan dan perkembangan antena mikrostrip tersebut sangat berkembang dengan pesat dan banyak digunakan untuk kebutuhan sistem komunikasi seperti *Direct Broadcast Television* (DBS) dan *Global Positioning System* (GPS) , *Personal Communication System* (PCS), dan komunikasi satelit bergerak [17]. Adapun bagian-bagian dasar dari antena mikrostrip dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Bagian Dasar Antena Mikrostrip
Sumber : Zilliah Mankusa, 2021

a) Patch

Patch pada antena mikrostrip terletak di bagian atas dan memiliki fungsi untuk memancarkan gelombang elektromagnetik. Lapisan *patch* terbuat dari bahan konduktor serta memiliki bentuk yang beragam seperti segitiga, persegi, persegi panjang, bulat, *dipole*, *ellips* dan lainnya[18] . Gambar berbagai bentuk antena mikrostrip dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Bentuk-bentuk Antena Mikrostrip
 Sumber : Krisna Syam Maulana, 2014

b) Substrate

Substrate adalah lapisan yang terletak di bawah patch atau dapat dikatakan sebagai lapisan kedua setelah lapisan teratas. *Substrate* memiliki fungsi sebagai bahan isolasi. Lapisan *substrate* terbuat dari bahan dielektrik dengan nilai permitivitas tertentu serta memiliki nilai rentang $2,2 \leq \epsilon_r \leq 12$ [19].

c) Groundplane

Groundplane adalah lapisan yang terletak paling bawah dan digunakan sebagai reflektor untuk membalikkan sinyal yang tidak diinginkan. *Groundplane* memiliki bahan yang sama dengan *patch* yaitu berbahan konduktor[20].

2.2.1 Rumus Perancangan Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip sirkular adalah antena dengan bentuk *patch* berupa lingkaran atau biasa disebut *patch circular*. Antena mikrostrip *patch circular* memiliki kelebihan untuk dimodifikasi demi menghasilkan rangkaian nilai impedansi, pola radiasi dan frekuensi kerja yang diinginkan. Kinerja antena mikrostrip *patch* lingkaran memiliki persamaan dengan antena mikrostrip *patch* persegi panjang [21]. Berikut adalah rumus untuk mencari nilai jari-jari *patch* (a) digunakan persamaan 2.13 dibawah ini :

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \tag{2.13}$$

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.14)$$

$$a = \frac{F}{\left\{1 + \left(\frac{2h}{\pi \epsilon_r F}\right) \left[\ln\left(\frac{\pi F}{2h}\right) + 1,7726\right]\right\}^{0,5}} \quad (2.15)$$

Berdasarkan rumus (2.13) - (2.15) diatas , dimana F merupakan *variable* untuk menentukan nilai jari-jari, dan fr adalah nilai dari frekuensi yang ditentukan, er adalah nilai konstanta dielektrik dari sebuah bahan yang digunakan, selanjutnya a adalah nilai jari-jari yang akan dibuat nanti, kemudian h adalah nilai ketebalan dari bahan yang dipakai. Setelah menentukan nilai dari jari-jari kemudian prosedur selanjutnya yaitu menentukan nilai dari ukuran substrat dengan Persamaan 2.16 dan 2.17.

$$L_g = 6h + 2r \quad (2.16)$$

$$W_g = \pi r \quad (2.17)$$

Pada persamaan (2.16) dan (2.17) diatas adalah rumus menghitung ukuran yang digunakan oleh substrat dan *ground*, dimana Lg adalah panjang dari *ground* maupun substrat, h adalah ketebalan bahan yang digunakan dan r adalah jari-jari, sedangkan Wg adalah lebar dari *ground* maupun substrat, π bernilai 3.14. Setelah menentukan ukuran *ground* dan substrat prosedur selanjutnya yaitu menentukan ukuran *feeding*, namun terdapat 4 jenis *feeding* dari sebuah antenna mikrostrip seperti *line feeding*, *coaxial feeding*, *aperture terminal feeding* sampai *proximity coupled feeding*, namun pada penelitian ini menggunakan *line feeding* dengan menggunakan Persamaan 2.18 - 2.22.

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.18)$$

$$W = \frac{2h}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left\{ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right\} \right] \quad (2.19)$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r} \quad (2.20)$$

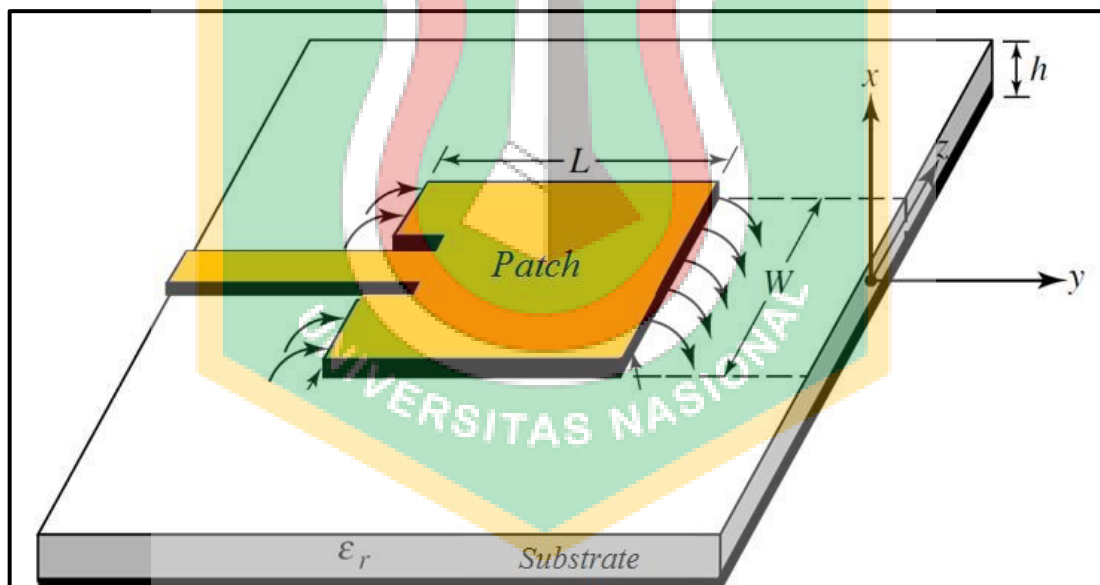
$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.21)$$

$$L = \frac{1}{4} \lambda_d \quad (2.22)$$

Pada persamaan 2.16 sampai 2.20 merupakan perhitungan untuk mencari ukuran sebuah *line feeding* dari *patch circular*. Dimana L merupakan panjang dari *line feeding* dan W merupakan lebar dari *line feeding*.

2.2.2 Teknik Pencatuan Antena

Teknik pencatuan antena adalah proses mentransfer daya atau energi kepada antena mikrostrip sehingga dapat memancarkan gelombang elektromagnetik. Teknik pencatuan antena mikrostrip yang paling lumrah adalah *microstrip line*, *coaxial probe*, *aperture coupling*, dan *proximity coupling*. Pada tahap simulasi dan fabrikasi, teknik pencatuan yang akan digunakan adalah *mikrostrip line* [22]. Penentuan teknik pencatuan merupakan hal penting dan menentukan pada proses perancangan guna mendapatkan hasil yang diinginkan. Dalam penelitian ini, rancangan antena menggunakan teknik pencatuan *microstrip line*. Gambar pencatuan dengan menggunakan teknik *microstrip line* ditunjukkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Skema Pencatuan *Microstrip Line*
Sumber : Veronika Susman, 2018

Adapun metode lain yang digunakan sebagai teknik pencatuan ialah sebagai berikut [23] :

- a) Teknik pencatutan dibagi menjadi dua yaitu pencatutan secara langsung dan tidak langsung. Untuk pencatutan secara langsung dapat menggunakan teknik *coaxial probe feed* dan *microstrip line feed*. Sedangkan untuk pencatutan tidak langsung menggunakan *coupling electromagnetic*, dimana tidak ada kontak langsung antara *feed line* dan *patch*. Teknik pencatutan pada antenna memengaruhi impedansi dan karakteristik antenna
- b) Teknik Pencatutan *Probe Coaxial Connector* akan dipasang pada bagian belakang antenna mikrostrip menembus substrat. Keuntungan dari teknik ini yaitu perancangan yang mudah dan konduktor dapat ditempelkan pada titik manapun. Namun kelemahan dari teknik ini adalah dibutuhkan tingkat ketelitian yang tinggi saat pengeboran substrat karena akan memengaruhi kinerja antenna. Untuk substrat yang tebal menggunakan *probe* panjang namun akan meningkatkan radiasi yang mengganggu antenna.
- c) Teknik Pencatutan *Microstrip Line Feed* Teknik ini mudah untuk di fabrikasi dibandingkan teknik pencatutan lainnya, karena *feed line* dan *ground plane* dicetak pada substrat yang sama. Penyepadanan impedansi lebih sederhana namun radiasi dari *feed* dapat menyebabkan distorsi sehingga mengganggu performa dari antenna

2.5 ANSOF HFFS

ANSOF HFFS adalah *software* simulasi *user-friendly* yang mempermudah penggunaanya dalam mendesain berbagai bentuk antenna atau perangkat lainnya yang beroperasi dalam berbagai frekuensi. ANSOF HFFS sangat membantu penggunaanya untuk melakukan analisis parameter antenna, perhitungan fasa, *directivity* atau mengkaji antenna tunggal atau *array* dalam 3 dimensi, polar dan koordinat *cartesius*. Logo dari *software* ANSOF HFFS ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 ANSOF HFFS Logo
 Sumber : <https://downloadly.net/> , 2021