

BAB II

DASAR TEORI

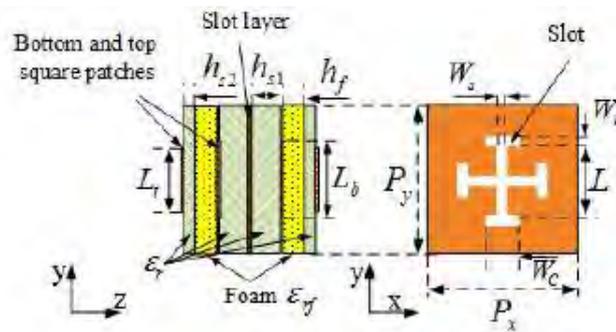
2.1 Studi Literatur

Secara umum, studi literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi teori dari permasalahan yang akan diteliti. Studi literatur membantu mengidentifikasi masalah baik secara konseptual ataupun secara operasional serta dapat membedakan hal-hal yang sudah dilakukan agar tidak terjadi duplikasi penelitian atau hasil karya di masa lalu. Maka dalam perancangan Antena *Transmitarray* ini, dilakukan studi pustaka sebagai salah satu upaya penelitian yang dilakukan. Berikut studi literatur yang telah diamati:

2.1.1 *Broadband Transmitarray Antenna Design Using Polarization-Insensitive Frequency Selective Surface* [2]

Pada jurnal ini dijelaskan tentang analisa perbandingan 2 struktur antena *Transmitarray* dengan perancangan *patch* berbentuk *Jerusalem Cross*. Struktur dari perancangan antena ini terdiri atas substrat RT/Duroid 5880 , dan material tambahan yaitu foam *Rohacell* dengan $\tan\delta = 0.0009$ dan 0.0017 dengan disimulasikan menggunakan software *Microwave CST Studio*.

Pada perancangan yang pertama, bekerja sebagai antena penerima, dimana terdiri dari 2 *patch* persegi di satu sisi penerima sinyal insiden dan digabungkan kedua transmisi lainnya melalui *Band Pass Filter* yang menggunakan teknik *aperture* yang terhubung dengan *ground*. Berikut susunan antena pada perancangan pertama.

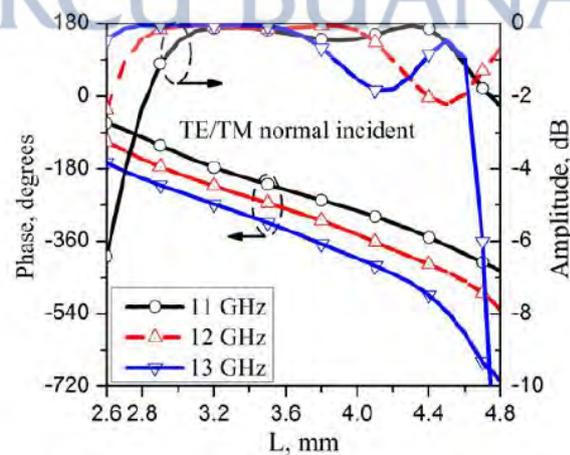


Gambar 2.1 Konfigurasi antenna perancangan 1

Tabel 2.1 Dimensi dan spesifikasi antenna perancangan 1

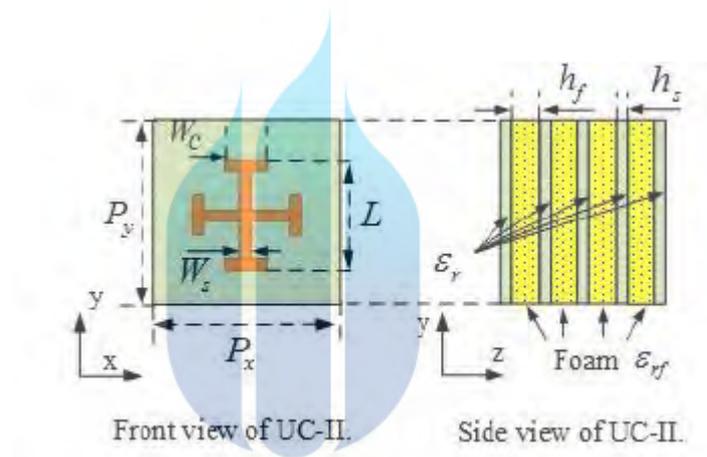
UC-I	
Parameters	values (mm)
$P_x = P_y$	10
W_s	0.45
W_h	0.35
W_c	$0.94 \times L$
h_{s1}	1.57
h_{s2}	0.508
h_f	1
L_t	$1.8685 \times L$
L_b	$1.657 \times L$
ϵ_r	2.2
ϵ_{rf}	1.07

Dengan mengubah variabel Parameter L , fase yang lebar akan tercapai dan mengurangi terjadinya *insertion loss*. Menggunakan parameter $L = 3.64$ mm akan menghasilkan transmisi yang maksimum.



Gambar 2.2 Hasil simulasi panjang fasa dan panjang gelombang dengan kisaran ukuran L 2.66 mm sampai 4.6 mm

Perancangan kedua merupakan upaya untuk lebih meningkatkan respon transmisi dari *Band Pass Filter*. Antena filter ini terdiri dari tumpukan lima lapisan *Jerusalem Cross Dipol*, yang masing-masingnya beroperasi sebagai *Band Stop Frequency*. Ketika antena ini disusun secara bertumpuk, interaksi multi-resonant akan terjadi secara efektif, sehingga membuat daerah transmisi yang lebih rendah dan lebih tinggi akan menjadi lebih luas secara signifikan. Namun dengan melakukan percobaan ini dapat diketahui bahwa wilayah transmisi yang tinggi lah yang lebih cocok untuk menghasilkan respon fasa yang diinginkan untuk pengaplikasian antena *Transmitarray* ini. Berikut susunan perancangan antena kedua.

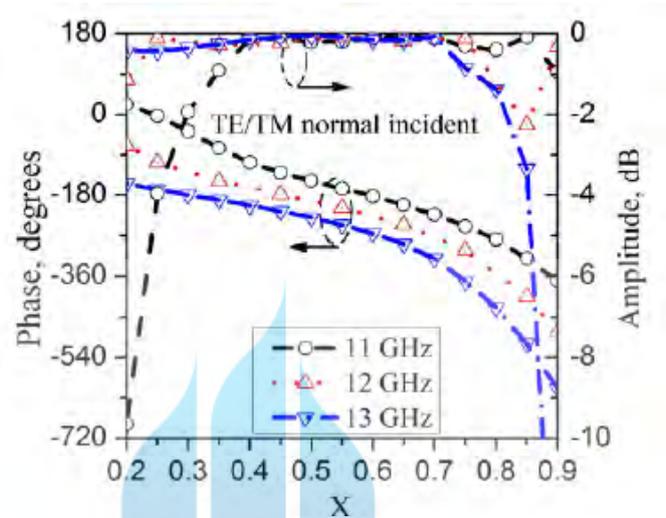


Gambar 2.3 Konfigurasi antena bertumpuk *Jerusalem Cross Dipole*

Tabel 2.2 Dimensi dan spesifikasi antena perancangan 2

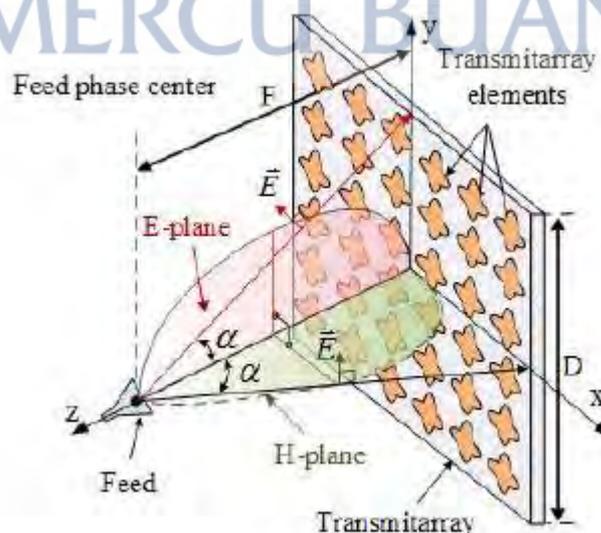
UC-II	
Parameters	values (mm)
$P_x = P_y$	12.5
W_s	0.25
W_c	$x \times L$
L	10
h_s	0.508
h_f	3.06
ϵ_r	2.2
ϵ_{rf}	1.07

Dengan merubah parameter x menjadi 0.65 maka akan memperoleh hasil yang lebih baik karena merupakan posisi tengah dari Antena *Transmitarray* yang tepat berhadapan dengan *feeding*-nya.



Gambar 2.4 Hasil simulasi panjang fasa dan panjang gelombang dengan kisaran ukuran x 0.213 sampai 0.8623

Selanjutnya, karena dengan ketersediaan material substrat dan *foam*, maka hanya desain Antena *Transmitarray* yang kedua yang terpilih untuk di pabrikan. Berikut desain pabrikan Antena *Transmitarray*.

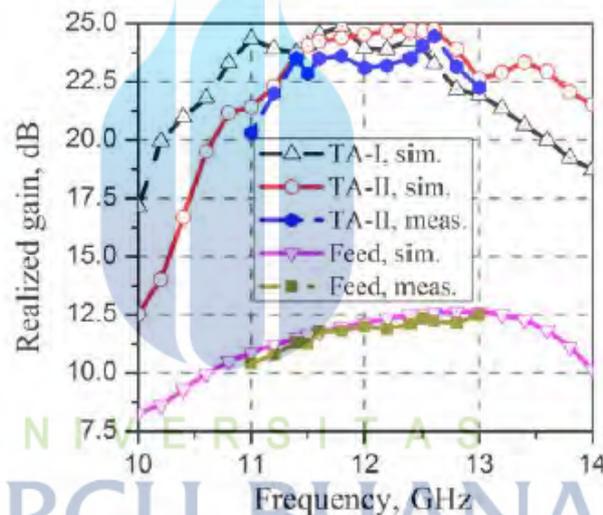


Gambar 2.5 Desain representasi antena transmitarray

Tabel 2.3 Dimensi dan spesifikasi antenna pabrikasi

Parameters	values (mm)	Parameters	values (mm)
L	7.5	L_s	10
R	20	W_s	8.25
h	12	L_g	2
t	1	W_g	5
W	2	W_f	2
D_p	(-1, 0.15, 2.3)	d	2.25

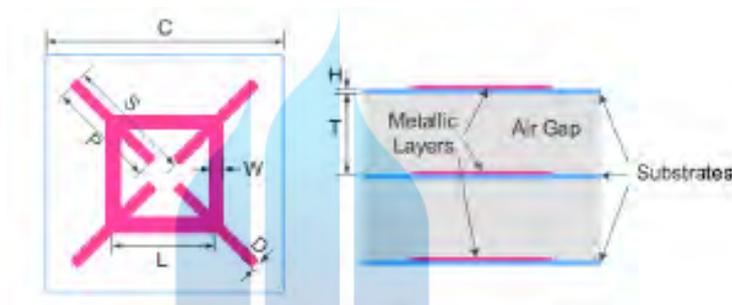
Untuk memprabikasi antenna transmitarray, menggunakan desain lima lapisan serupa *RT/Duroid* 5880 dengan ukuran 20 cm x 20 cm. Lapisan ini ditumpuk oleh empat buah busa *Rohacell* sebagai *spacer*. Berikut hasil dari Antena *Transmitarray* yang telah dipabrikasi.

Gambar 2.6 Hasil ukur *gain* pabrikasi dan simulasi Antena *Transmitarray*

Berdasarkan hasil pengukuran *gain*, untuk hasil simulasi pertama dan kedua memiliki hasil yang tidak jauh berbeda dengan level *gain* maksimum yaitu 24.9 dB dan 24.7 dB. Sedangkan perbandingan dengan hasil pabrikasi dan simulasi terdapat perbedaan yang cukup signifikan. *Gain* yang terukur pada hasil pabrikasi yaitu sebesar 24.45 dB. Perbedaan ini terjadi karena disaat pengukuran hasil pabrikasi salah satunya dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

2.1.2 Design of a Transmitarray Using Split Diagonal Cross Elements with Limited Phase Range

Pada jurnal ini menjelaskan perancangan Antena *Transmitarray* dengan elemen tersusun sebanyak tiga lapis yang bekerja pada frekuensi 12,5 GHz. Struktur dari perancangan antenna ini terdiri dari bentuk substrat yang berbentuk persegi dan dipotong dengan persegi panjang secara menyilang. Jarak antara lapisan substrat sebesar $T = 5.5$ mm membuat pemisah diantara keduanya sebesar seperempat panjang gelombang. Struktur lengkap dari konfigurasi antenna tersebut ada pada gambar 2.7.

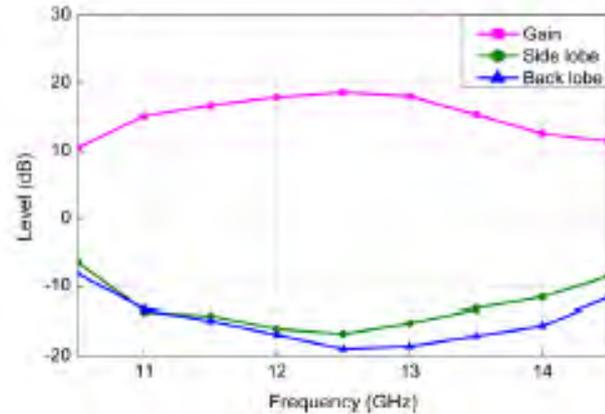


Gambar 2.7 Desain 3 layer Antena *Transmitarray*

Tabel 2.4 Dimensi dan spesifikasi Antena *Transmitarray*

Cell (mm)	C	D	H	P	S	T	W
	14.5	0.5	0.5	7	8	5.5	0.75
TA	Frequency	Feed position	Array size	Beam width			
	12.5 GHz	(0, 0,100mm)	9×9	12°			

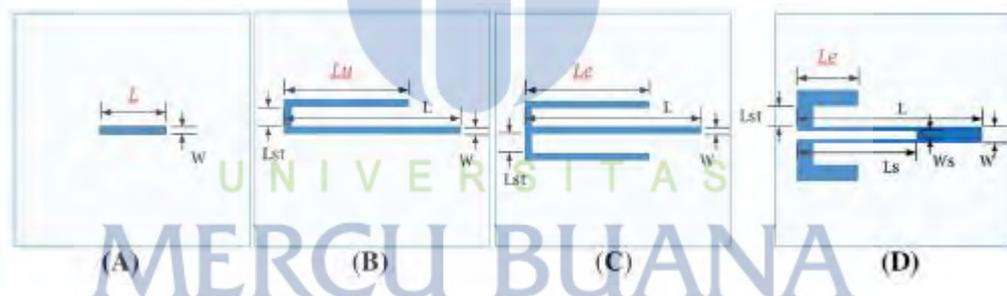
Hasil pengukuran dari Antena *Transmitarray* yang bertumpuk sebanyak tiga lapis menghasilkan *gain* sebesar 18.9 dB. Berikut hasil lengkap dari pengukuran antenna pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Hasil ukur gain Antena *Transmitarray*

2.1.3 A High Gain Broadband *Transmitarray* Antenna Using Dual-Resonant *E-Shaped* Element

Pada jurnal ini, dirancang sebuah Antena *Transmitarray* berbentuk *E-Shaped*. Bentuk *E-Shaped* terdiri dari beberapa elemen geometri yang ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Geometri Antena *Transmitarray E-Shaped* : (A)dipol, (B)Asimetris *U-Shaped*, (C)Asimetris *E-Shaped*, (D)Slot *E-Shaped*

Pada gambar 2.9 diketahui bahwa skema dipol merupakan yang pertama. Dipol memiliki polarisasi linear dengan Panjang L sebesar setengah Panjang gelombang yang menghasilkan gap yang cukup besar. Dengan demikian unsur dipol tidak mampu mencakup rentang yang diperlukan. Dalam rangka menutupi kisaran fasa yang dibutuhkan, maka diperlukan dua titik resonansi yang harus dicapai selama variasi geometri. Dengan panjang yang setara maka dibutuhkan

panjang setengah gelombang dari dipol. Maka dibentuklah *U-Shaped* seperti Gambar 2.9 B.

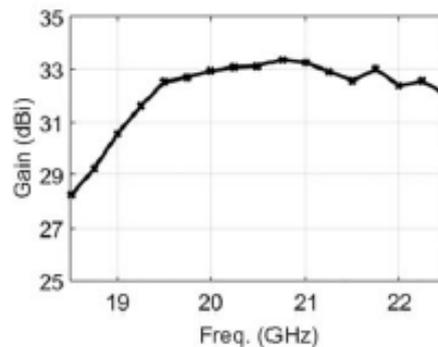
Dengan bentuk *U-Shaped* sebenarnya telah menghasilkan rentang fasa yang penuh, namun masih terdapat kekurangannya yaitu level *cross* polarisasi yang lebih besar. Untuk mengurangi *cross* polarisasi tersebut, maka dikembangkanlah *E-Shaped* yang dianggap memiliki kombinasi bentuk 2 asimetris *U-Shaped* dengan panjang cabang yang sama. Detail *E-Shaped* ditunjukkan pada Gambar 2.9C.

Pada percobaan ini, dirancang antenna yang ditumpuk sebanyak 4 lapis yang dipabrikasi menggunakan bahan *Taconic TLX-8* sebagai substrat dengan ketebalan 0.79 mm dan pemisah diantara substratnya adalah ruang bebas setebal seperempat panjang gelombang. Parameter lain yang digunakan dalam perancangan antenna ini adalah $L = 5$ mm, $W = 0.4$ mm, $L_{st} = 0.4$ mm, $L_s = 2$ mm, $W_s = 0.2$ mm. Berikut desain antenna yang dirancang.



Gambar 2.10 Desain 4 layer Antena *Transmitarray*

Hasil perancangan yang telah dilakukan, menghasilkan *gain* sebesar 33,4 dB pada frekuensi 20 GHz. Berikut hasil *gain* dari hasil perancangan Antena *Transmitarray*.



Gambar 2.11 Hasil pengukuran *gain* Antena *Transmitarray*

2.2 Konsep Dasar Antena [5]

Antena dapat didefinisikan sebagai suatu alat atau komponen yang mampu memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetika. Pada posisi pemancar antena digunakan untuk mengubah gelombang tertuntun (pada saluran transmisi kabel) menjadi gelombang yang merambat di ruang bebas, dan sebagai penerima (*receiving* antena) bertugas mengubah gelombang ruang bebas menjadi gelombang tertuntun. Gambar 2.12 merupakan sistem pemancar dan penerima antena.



Gambar 2.12 Sistem pemancar dan penerima antena

Antena merupakan elemen penting pada setiap sistem telekomunikasi tanpa kabel (*wireless*). Untuk menjamin kinerja antena agar bekerja dengan baik, diantaranya dilakukan dengan cara pemilihan antena yang tepat, perancangan yang baik dan pemasangan yang benar.

2.3 Parameter Antena

Kinerja dan daya guna suatu antena dapat dilihat dari parameter - parameter antena tersebut. Dengan mengacu pada parameter - parameter tersebut, dapat ditentukan antena yang sesuai untuk dipakai pada aplikasi yang akan digunakan.

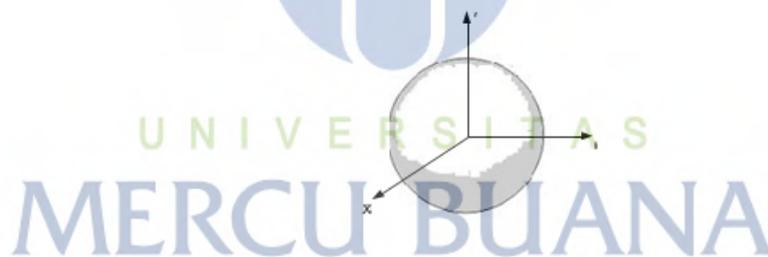
Parameter – parameter penting tersebut diantaranya adalah pola radiasi, *gain*, *bandwidth*, dan faktor refleksi.

2.3.1 Pola Radiasi

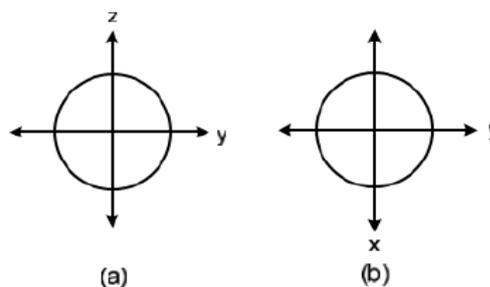
Pola radiasi dari suatu antenna diartikan sebagai gambaran dari bentuk pancaran antenna yang digambarkan kedalam fungsi dari koordinat ruang. Pola radiasi suatu antenna terdiri 3 bentuk pola :

1. Pola Radiasi Isotropis

Pada pola radiasi isotropis arah pancar antenna mengarah ke berbagai arah sama besar. Bentuk Pola radiasi antenna isotropis dalam tiga dimensi berbentuk seperti bola. Antena dengan pola radiasi isotropis merupakan antenna yang ideal namun bersifat imajiner yang artinya tidak bisa direalisasikan karena tidak mungkin antenna mengarahkan arah pancarnya ke setiap sisi sama besar. Antena isotropis biasa dijadikan antenna referensi dalam pengukuran suatu antenna. Bentuk pola radiasi isotropis diilustrasikan pada gambar 2.13 dan 2.14.



Gambar 2.13 Pola radiasi isotropis 3D

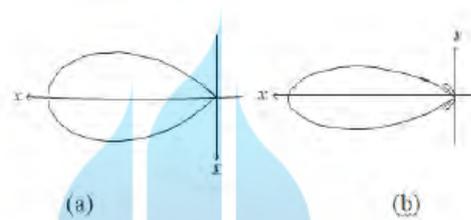


Gambar 2.14 Pola radiasi isotropis 2D

(a) Pola radiasi bidang *E-Plane* (b) Pola radiasi bidang *H-Plane*

2. Pola Radiasi Direksional

Pola radiasi *directional* merupakan pola radiasi yang arah pancarnya mengarah pada satu titik tertentu. Antena dengan pola radiasi *directional* adalah jenis antena yang *narrow beamwidth*, yaitu antena dengan sudut pancar yang kecil menghasilkan daya pancar yang lebih terarah, dan jarak pancar yang jauh namun tidak dapat memiliki cakupan yang luas. Contoh antena dengan pola radiasi *directional* adalah antena yagi dan antena sektoral. Pola radiasi *directional* diilustrasikan pada gambar 2.15.

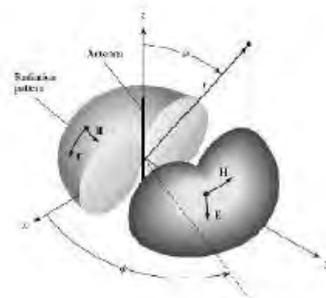


Gambar 2.15 Pola radiasi direksional 2D

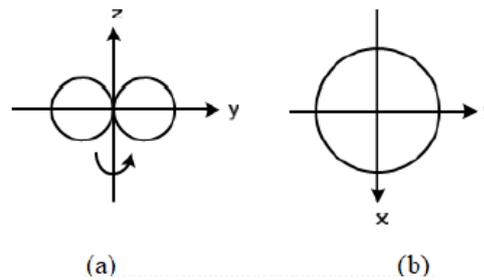
(a) Pola *azimuth* (b) Pola *elevasi*

3. Pola Radiasi *Omnidirectional*

Pola radiasi *omnidirectional* adalah pola radiasi yang arah pancarnya mengarah ke satu bidang sama besar. Salah satu contoh antena dengan pola radiasi *omnidirectional* yaitu antena dipol. Pola radiasi *omnidirectional* digambarkan pada gambar 2.16 dan 2.17.



Gambar 2.16 Pola radiasi *omnidirectional* 3D



Gambar 2.17 Pola radiasi omnidirectional 2D

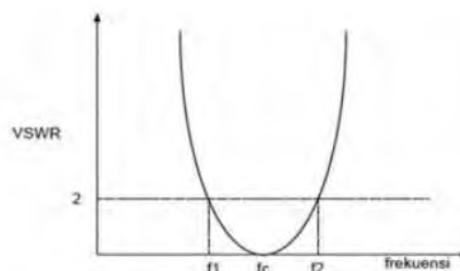
(a) *E-Plane* (b) *H-Plane*

2.3.2 Gain

Gain merupakan suatu perbandingan antara intensitas radiasi maksimum suatu antenna dengan intensitas radiasi antenna referensi dengan *input* daya yang sama. *Gain* dari suatu antenna menunjukkan seberapa besar kemampuan suatu antenna memfokuskan daya pancarnya. Semakin besar *gain* maka pola radiasi antenna akan mengarah pada suatu titik tertentu.

2.3.3 Bandwidth

Bandwidth suatu antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi yang menunjukkan frekuensi kerja suatu antenna. Nilai *bandwidth* dari sebuah antenna ditentukan berdasarkan nilai *return loss* atau faktor refleksi yang harus dipenuhi, dengan spesifikasi minimal yaitu $VSWR < 1,92$ dan *return loss* $\Gamma_{dB} \leq -10dB$ (10% energinya direfleksikan kembali ke pemancar). Berikut ilustrasi mengenai *bandwidth* digambarkan pada gambar 2.18.

Gambar 2.18 Ilustrasi *bandwidth* pada $VSWR \leq 2$

2.3.4 Faktor Refleksi

Faktor refleksi merupakan perbandingan antara tegangan yang dipantulkan oleh antena dengan tegangan yang dipancarkan dari pemancar. Tegangan yang dipantulkan tersebut adalah tegangan yang dikembalikan oleh antena akibat dari tidak *match*-nya antena dengan saluran transmisi. Secara matematis faktor refleksi dirumuskan pada persamaan (2.1) :

$$\Gamma = \left| \frac{V_{ref}}{V_{inc}} \right| \quad (2.1)$$

dimana:

- Γ = faktor refleksi
- V_{ref} = tegangan yang dipantulkan
- V_{inc} = tegangan yang datang dari sumber

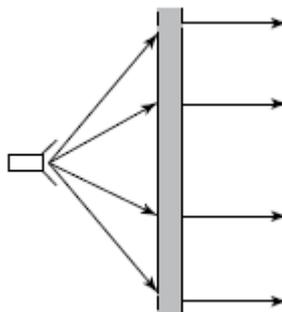
Jika nilai faktor refleksi $\Gamma = 0$ maka antena dan saluran transmisi dalam keadaan *match*. Hal tersebut terjadi karena tidak ada daya yang dipantulkan kembali oleh antena yang artinya antena tersebut memancarkan seluruh daya yang dipancarkan. Hubungan antara *return loss* dengan faktor refleksi dijabarkan pada persamaan (2.2) :

$$RL (dB) = -20 \log \Gamma \quad (2.2)$$

2.4 Antena *Transmitarray*

Antena *Transmitarray* merupakan salah satu pengembangan antena sebelumnya yang memiliki konsep lebih menarik, dari segi teknik fabrikasi, bahan yang digunakan serta kemampuan komputasi dan eksperimental. Antena *Transmitarray* memiliki fungsi penting pada berbagai macam aplikasi, salah satunya sebagai aplikasi komunikasi nirkabel. Antena *Transmitarray* termasuk kedalam antena yang memiliki *gain* yang tinggi. Dengan menggabungkan dua konsep, yang pertama konsep optik, dimana berfungsi untuk merubah kelengkungan geometris permukaan antena untuk memfokuskan sinar radiasi, dan

yang kedua dengan konsep pendekatan slot bersusun yang dicetak mikrostrip. Konsep teori optik ditunjukkan pada gambar 2.19.

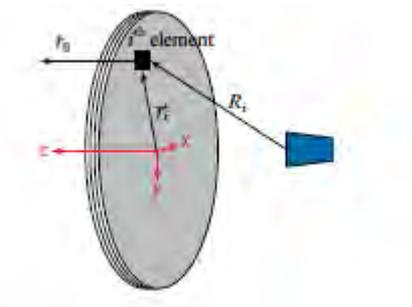


Gambar 2.19 Geometri Antena *Transmitarray*

Pada gambar 2.19 dijelaskan bahwa Antena *Transmitarray* terdiri dari *feed source* dan permukaan transmisi yang berukuran tipis. Pada permukaan tipis, terdapat elemen antena yang bersusun. Elemen inilah yang berfungsi mengkonversikan gelombang dari *feed source* ke fasa depan yang membuat gelombang terfokus dan menghasilkan *gain* yang besar.

2.4.1 Distribusi Fasa Antena *Transmitarray*

Elemen Antena *Transmitarray* dirancang bertujuan mengkompensasi penundaan fasa berbentuk bola dari *feed source* untuk memfokuskan distribusi fasa ke arah elemen tertentu. Elemen Antena *Transmitarray* diasumsikan berada di area jauh dari *feed source*, yang biasanya terletak pada posisi terpusat dengan *feed source* itu sendiri. Dalam hal ini, medan elektromagnetik di elemen Antena *Transmitarray* pada sudut tertentu dapat dianggap sebagai gelombang dengan fase yang sebanding dengan jarak dari pusat fase *feed source* ke setiap elemen sesuai dengan propagasi gelombang berbentuk bola. Gambar 2.20 menunjukkan kompensasi distribusi fasa dari Antena *Transmitarray*.



Gambar 2.20 Kompensasi distribusi fasa Antena *Transmitarray*

2.4.2 *Unit Cell Antena Transmitarray*

Elemen Antena *Transmitarray* dapat dirancang dengan beberapa teknik berdasarkan fasa transmisi yang dikehendaki. Terdapat tiga teknik yang dapat digunakan dalam perancangan antena transmitarray, diantaranya:

- Permukaan *Multi-Layer Frequency* (M-FSS)
- Desain Penerima dan Pemancar
- Metamaterial atau Pendekatan Transformasi

Untuk mendapatkan karakteristik transmisi yang diperlukan dari elemen *array*, dilakukan sebuah studi dari elemen sel unit berdasarkan pendekatan desain Antena *Transmitarray*. Elemen Antena *Transmitarray* dalam sel unit dapat disimulasikan menggunakan simulator sehingga karakteristik transmisi dari elemen unit sel dapat di analisa fasa transmisi dan besar transmisinya.

2.4.3 *Gain Antena Transmitarray*

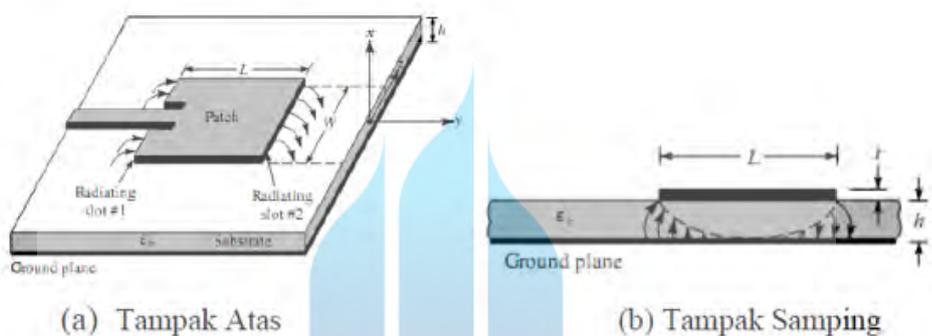
Gain merupakan ukuran suatu efisiensi dari antena. Jenis efisiensi ini adalah efisiensi pencahayaan, efisiensi *spillover* dan kerugian elemen. Setelah dilakukan efisiensi *spillover* dan rata-rata kerugian elemen ditentukan, maka didapatkan perhitungan *gain* Antena *Transmitarray* sebagai berikut:

$$G = D_0 \times \eta_{spill} \times EL_{avg} \quad (2.3)$$

Dimana η_{spill} merupakan efisiensi *spillover* dan EL_{avg} rata-rata kerugian elemen.

2.5 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.21. terdiri dari tebal *patch* yang sangat tipis ($t \ll \lambda_0$) dimana λ_0 adalah panjang gelombang di ruang bebas (udara). *Patch* tersebut ditempatkan diatas *ground plane* dengan jarak (biasanya $0,003\lambda_0 \leq h \leq 0,05\lambda_0$). Untuk *patch* persegi panjang panjang L dari elemen biasanya $\lambda_0/3 < L < \lambda_0/2$. *Patch* dan *ground plane* dipisahkan oleh bahan dielektrik yang disebut substrat seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.21.



Gambar 2.21 Struktur antena mikrostrip

Antena mikrostrip konvensional mempunyai kelebihan dan kekurangan, diantaranya:

- Kelebihan antena mikrostrip :
 1. Ringan dan memiliki penampang yang tipis
 2. Biaya pabrikasi yang murah karena menggunakan PCB
 3. Mudah untuk di-integrasikan

- Kekurangan antena mikrostrip :
 1. *Bandwidth* yang sempit (1 - 5 %)
 2. *Gain* yang rendah
 3. Kecilnya alat mengakibatkan perlu ketelitian yang tinggi dalam perancangan.

2.6 Antena Mikrostrip *Patch* Lingkaran

Patch pada antena mikrostrip ini memiliki fungsi sebagai salah satu komponen yang bertugas untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik yang diterima ke ruang bebas. Ukuran dari dimensi *patch* sendiri sangat mempengaruhi karakteristik dari antena yang akan direalisasikan dan frekuensi sangat menentukan ukuran dari fisik sebuah dimensi antena. Semakin tinggi frekuensi maka dimensi antena akan semakin kecil dan begitu juga sebaliknya.

Antena mikrostrip dengan *patch* lingkaran memiliki performa yang sama dengan antena mikrostrip *patch* segi empat. Pada aplikasi tertentu seperti *array* antena mikrostrip *patch* lingkaran memiliki keuntungan dibandingkan dengan *patch* lainnya. Antena mikrostrip dengan *patch* lingkaran akan mudah dimodifikasi dalam menentukan frekuensi kerja, pola radiasi, dan jarak nilai impedansi. Untuk menganalisis antena mikrostrip *patch* lingkaran ini banyak metode yang telah digunakan, termasuk diantaranya dengan menggunakan model rongga (*cavity model*), mode *matching* dengan admitansi tepi, model saluran transmisi umum, dan persamaan pendekatan integral.

keperluan perancangan, kita dapat mengetahui nilai jari-jari efektif *patch* dengan persamaan berikut:

$$a_{eff} = \frac{\alpha \lambda_0}{2\pi \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.4)$$

Untuk mengetahui jari-jari *patch* lingkaran antena sesungguhnya dapat menggunakan persamaan :

$$a = a_{eff} \left[1 + \frac{2h \left(\ln \left(\frac{\pi \cdot a_{eff}}{2h} \right) + 1.7726 \right)}{\pi \cdot a_{eff} \cdot \epsilon_r} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (2.5)$$

2.7 Antena Mikrostrip Array (Susun)

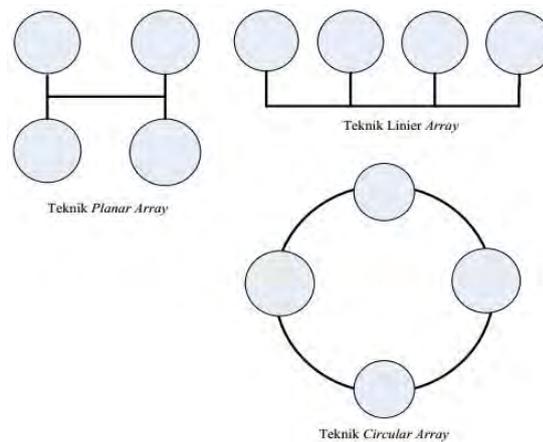
Umumnya antena mikrostrip dengan *patch* elemen tunggal memiliki pola radiasi yang sangat lebar, dan menghasilkan *directivity* dan perolehan *gain* yang kurang baik. Sedangkan pada beberapa aplikasinya, diperlukan antena dengan *directivity* yang baik dan perolehan *gain* yang tinggi. Untuk memenuhi kebutuhan karakteristik tersebut, maka antena mikrostrip disusun dengan beberapa konfigurasi. Susunan antena ini sering disebut sebagai antena susun (*array*).

Antena mikrostrip bentuk *array* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan antena mikrostrip konvensional. Kelebihannya yaitu memiliki *bandwidth* dan *gain* yang lebih besar. Disamping memiliki kelebihan, antena jenis ini juga memiliki kelemahan yaitu membutuhkan suatu jalur transmisi/pencatu antara elemen peradiasi dan input konektor untuk mengurangi rugi-rugi sehingga mengurangi efisiensi antena.

Teknik dalam antena mikrostrip yang disusun secara *array* adalah bagian *patch*. Medan total dari antena *array* ditentukan oleh penjumlahan vektor dari medan yang diradiasikan oleh elemen tunggal. Untuk membentuk pola yang memiliki *directivity* tertentu, diperlukan medan dari setiap elemen *array* berinterferensi secara konstruktif pada arah yang diinginkan dan berinterferensi secara destruktif pada arah yang lain. Pada antena *array* dengan elemen yang identik, terdapat lima parameter yang dapat digunakan untuk membentuk pola antena, yaitu :

- a. Konfigurasi geometri (linier, melingkar, *rectangular*, *spherical*, dll)
- b. Pemindahan *relative* antara elemen
- c. Amplitudo eksitasi dari setiap elemen
- d. Fasa eksitasi dari setiap elemen
- e. Pola *relative* dari setiap elemen

Ada beberapa macam konfigurasi antena array, di antaranya : *linear*, *planar*, dan *circular*. Pada gambar 2.22, ini merupakan antena mikrostrip dengan teknik *array*.



Gambar 2.22 Antena mikrostrip dengan teknik *array*

2.8 Jarak Antar Elemen

Jarak antar elemen antena array sangat berpengaruh terhadap besarnya *directivity*, oleh karena itu jarak antar elemen yang digunakan harus ditentukan sedemikian rupa agar antena dapat menghasilkan *directivity* yang optimal. Jarak antar elemen antena harus lebih besar dari $0.5 \lambda_0$. Selain itu jarak antar elemen antena juga dapat mempengaruhi besarnya bandwidth yang dihasilkan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA