

DASAR TEORI

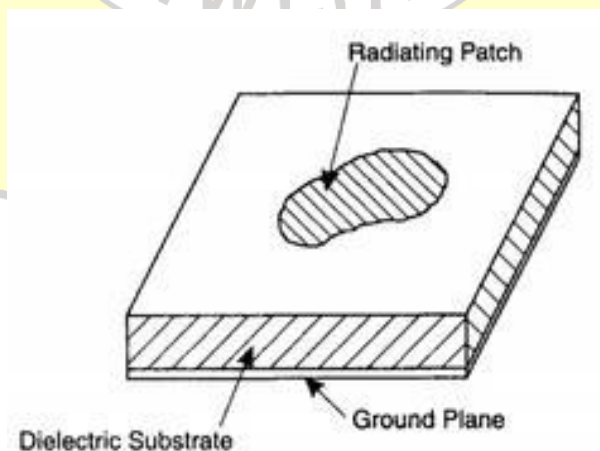
1. Antena

Antena merupakan suatu piranti transisi antara saluran transmisi dengan ruang bebas dan sebaliknya. Antena terbuat dari bahan logam yang berbentuk batang atau kawat dan berfungsi untuk memancarkan atau menerima gelombang radio.

Syarat utama agar antena bisa meradiasikan sinyal merupakan dicatu dengan sumber listrik AC (bolak-balik), karena pada sumber listrik AC memiliki perbedaan fluks yang akan menimbulkan medan listrik dan medan magnet yang saling tegak lurus satu sama lain. Hal itu akan menghasilkan gelombang elektromagnetik di udara. Dari persamaan Maxwell, listrik, dan magnet dapat membangkitkan satu sama lain. Hal ini yang menyebabkan gelombang elektromagnetik yang dihasilkan antena akan tetap merambat di udara.

1.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki 3 bagian utama yaitu, patch, substrat, dan ground, dapat dilihat pada Gambar 1.2. Antena jenis ini memiliki keuntungan yaitu massa ringan, mudah fabrikasi, kompatibel dengan komponen apapun, sehingga dapat ditempatkan pada hampir di semua perangkat telekomunikasi dibandingkan dengan jenis lain.



Gambar 1.1 Susunan Antena Mikrostrip

Bagian antena mikrostrip terbagi menjadi 3 bagian, sebagai berikut :

- a. *Groundplane* : Sebagai reflektor untuk memantulkan gelombang elektromagnetik yang diradiasikan patch. Berbahan konduktor seperti tembaga dan emas.
- b. Substrat : Sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan menuju daerah dibawah *patch*.
- c. Patch : Sebagai peradiasi gelombang elektromagnetik ke udara, terletak paling atas di konstruksi antena. Berbahan konduktor seperti tembaga dan emas.

Berdasarkan banyaknya jumlah patch pada antena mikrostrip, antena mikrostrip dapat di bedakan menjadi dua jenis yaitu, *single patch* antena dan *array patch* antena.

Single Patch Antenna atau antena tunggal adalah antena *microstrip* yang memiliki satu *patch* sebagai peradiasi gelombang elektromagnetik. *Array Patch Antenna* atau antena susunan adalah antena yang terdiri dari beberapa elemen patch yang saling terhubung dan diatur dalam struktur yang teratur untuk membentuk menjadi satu antena.



Gambar 1.2 (a) Antena Mikrostrip single patch, (b) Microstrip Array.

2. Parameter Antena

Agar suatu antena itu dapat memiliki performansi yang baik, maka memiliki karakteristik atau acuan. Acuan ini disebut sebagai parameter antena. Parameter ini menentukan dan memberikan standar bila suatu antena dapat berkerja dengan baik. Terdapat dua parameter antena, yaitu parameter dalam dan parameter luar.

Parameter dalam merupakan parameter yang pengukurannya berasal dari kemampuan antena itu sendiri, sehingga bisa diartikan bahwa antena tersebut tidak membutuhkan antena lain dalam pengukurannya. Parameter dalam terdiri dari :

- A. VSWR
- B. Return Loss
- C. Bandwidth
- D. Impedansi

Parameter luar merupakan parameter antenna yang pengukuran antenna tersebut membutuhkan lebih dari dua atau lebih. Parameter luar terdiri dari:

- A. Polaradiasi
- B. Gain
- C. Polarisasi

3. Medan Jauh

Setiap pengukuran yang dilakukan untuk parameter luar pada modul praktikum ini menggunakan metode pengukuran dengan jarak medan jauh atau jarak fraunhofer.

Untuk menentukan jarak faunhofer dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$R \geq \frac{2D^2}{\lambda}$$

Dimana : R = Jarak antenna pemancar dan antenna penerima (m)
D = Ukuran terpanjang dimensi antenna (m)
 λ = Pajang Gelombang frekuensi (m)

JOB I PENGUKURAN GAIN ANTENA

A. Tujuan

1. Mengetahui / memahami cara pengukuran gain antenna.
2. Mengetahui besaran gain antenna.
3. Mampu melakukan pengukuran gain antenna
4. Memahami dan mampu menghitung gain dari data pengukuran yang diperoleh

B. Perangkat / Alat – Alat yang digunakan

1. 1 buah Signal Generator
2. 1 buah Spectrum Analyzer
3. 1 buah Antena referensi

4. 1 buah antenna AUT
5. Kabel – kabel dan konektor – konektor.

C. Teori Pendukung

Gain dapat didefinisikan dengan seberapa besar daya yang difokuskan oleh antenna pada arah tertentu dibandingkan dengan daya yang dipancarkan oleh antenna referensi.

Antena referensi yang sering dipakai untuk pengukuran antenna adalah antenna isotropis dan antenna dipole $\lambda/2$. Saat antenna dibandingkan dengan antenna isotropis, maka gain dinyatakan dalam dBi, sedangkan saat dibandingkan dengan antenna dipole $\lambda/2$, gain dinyatakan dalam dBd.

1. Metode Pengukuran Gain

Pada Pengukuran gain antenna untuk mengetahui nilai gain terdapat beberapa metode, yaitu :

1.1 Metode Antena Identik

Metode ini menggunakan dua antenna identik yaitu di sisi pengirim dan penerima. Gain didapat dengan membandingkan daya yang dipancarkan melalui antenna pengirim (Tx) dengan daya yang diterima oleh antenna penerima (Rx) dengan konsep transmisi Friis. Berikut merupakan rumus perhitungan gain menggunakan konsep transmisi Friis dengan hanya memperhitungkan *Free Space Loss*:

$$G (dBi) = \frac{1}{2} \left[20 \text{ Log Log } \frac{4\pi R}{\lambda} + 10 \text{ Log Log } \frac{W_{Rx}}{W_{Tx}} \right]$$

Dengan R adalah jarak antar antenna dalam meter, λ adalah panjang gelombang dalam meter, W_{Tx} adalah daya yang dikirimkan dalam Watt dan W_{Rx} adalah daya yang diterima dalam Watt.

1.2 Metode Antena Referensi

Pada metode ini digunakan antena referensi yang sudah diketahui nilai *gain*-nya. Pertama, antena yang diukur ditempatkan sebagai penerima dengan polarisasi yang sesuai dan daya yang di terima dicatat. Kemudian gain dihitung dengan konsep yang sama dengan metode antena identik. Berikut ini adalah rumus perhitungan gain dengan metode antena referensi.

$$GAUT = P1 (Rx) - P2 (Tx) + Pr f g$$

Dengan :

GAUT : Gain antena yang diuji

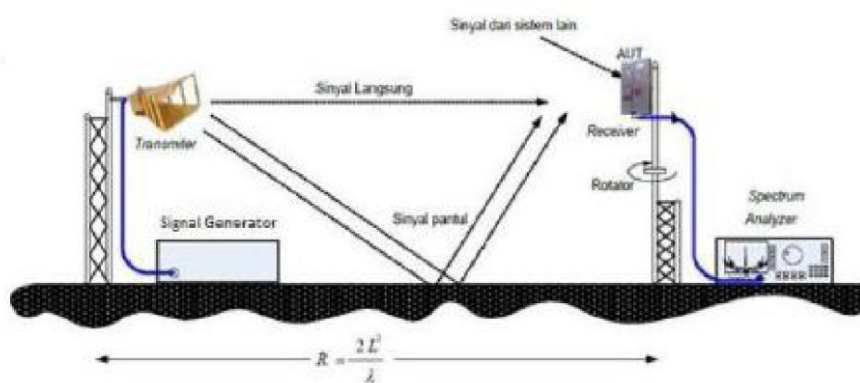
P1 (Rx) : Level daya saat AUT menjadi penerima

P2 (Tx) : Level daya saat antena referensi menjadi penerima

Pr f g : Antena referensi yang digunakan

D. Prosedur Pengukuran Gain

1. Siapkan dan cek kondisi peralatan praktikum yang akan digunakan
2. Buatlah rangkaian seperti gambar berikut



3. Atur jarak minimal medan jauh antara antena pengirim dan penerima sesuai dengan rumus medan jauh.
4. Sambungkan *signal generator* dan antena TX menggunakan kabel probe
5. Atur *signal generator* sesuai dengan frekuensi kerja antena yang akan diukur

6. Sambungkan antena Rx dengan *Spectrum Analyzer* menggunakan kabel probe dan nyalakan *Spectrum Analyzer*.
7. Putar antena uji masing-masing 10^0 secara manual.
8. Catat level daya terima yang terbaca pada *spectrum analyzer*. Pencatatan daya dilakukan sebanyak 3 kali.
9. Gunakan persamaan berikut untuk menghitung *gain* antena yang diuji :

$$GAUT = P1 (Rx) - P2 (Tx) + Pr f g$$

E. Data Hasil Pengukuran

Sudut	Pembacaan Spectrum Analyzer			Rata-Rata Gain
	S1	S2	S3	
0^0				
10^0				
20^0				
30^0				
40^0				
50^0				
60^0				
70^0				
80^0				
90^0				
100^0				
110^0				
120^0				
130^0				
140^0				
150^0				
160^0				
170^0				
180^0				

190 ⁰				
200 ⁰				
210 ⁰				
220 ⁰				
230 ⁰				
240 ⁰				
250 ⁰				
260 ⁰				
270 ⁰				
280 ⁰				
290 ⁰				
300 ⁰				
310 ⁰				
320 ⁰				
330 ⁰				
340 ⁰				
350 ⁰				

JOB II

PENGUKURAN POLA RADIASI

A. Tujuan

1. Mengetahui / memahami cara pengukuran pola radiasi antenna.
2. Memahami parameter-parameter antenna pola radiasi antenna arah azimuth dan arah elevasi.
3. Memahami pengukuran serta mengetahui syarat pengukuran dari pola radiasi antenna (azimuth dan elevasi).
4. Mampu menganalisis hasil pengukuran pola radiasi antenna.

B. Perangkat / Alat – Alat yang digunakan

1. 1 buah Signal Generator

2. 1 buah Spectrum Analyzer
3. 1 buah Antena referensi
4. 1 buah antena AUT
5. Kabel – kabel dan konektor – konektor.

C. Teori Pendukung

Antena referensi yang sering dipakai untuk pengukuran antena adalah antena isotropis dan antena dipole $\lambda/2$. Saat antena dibandingkan dengan antena isotropis, maka gain dinyatakan dalam dBi, sedangkan saat dibandingkan dengan antena dipole $\lambda/2$, gain dinyatakan dalam dBd.

Pola radiasi dapat diukur dengan menggunakan *Antenna Under Test* (AUT) pada arah azimuth (φ) dan elevasi (θ) pada koordinat bola terhadap *Measuring Antenna* (MA) yang tetap.

Main lobe : *major lobe* merupakan daerah pancaran terbesar atau pancaran utama dari pola radiasi suatu antena

Side lobe : *minor lobe* merupakan daerah pancaran-pancaran kecil selain pancaran utama dari pola radiasi antena

Back lobe : lobe belakang merupakan daerah pancaran yang berlawanan dengan *main lobe* atau biasa disebut dengan daerah pancaran belakang.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pengukuran pola radiasi di sisi pengirim adalah *Total Radiating Power* (TRP). TRP merupakan total daya yang diradiasikan ke segala arah (pada permukaan bola) saat antena dicatu sebagai transmitter. Dengan kata lain TRP merupakan EIRP yang menembus permukaan bola. Dimana EIRP adalah *Effective Isotropic Radiated Power*. Pola radiasi bisa juga dinyatakan dalam bentuk desibel (dB).

Adapun pola radiasi antena dibedakan menjadi tiga yaitu :

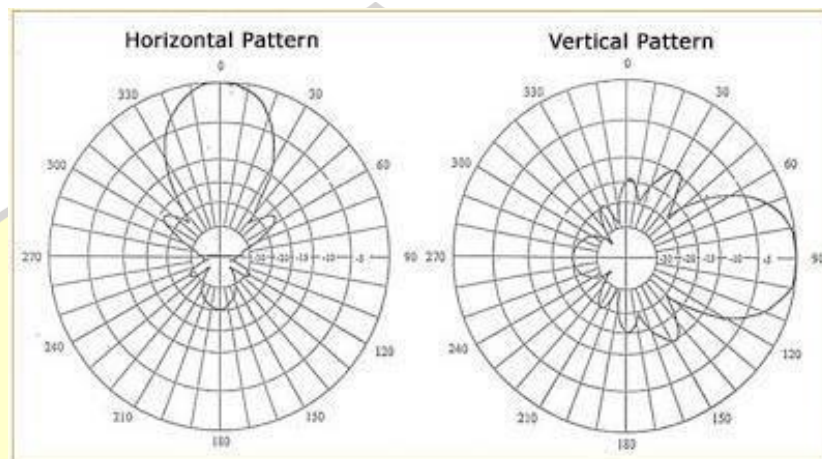
a. Isotropis

Isotropis adalah arah pancaran antena ke berbagai arah dengan energi sama besar pada seluruh bidang. Pola radiasi antena isotropis dalam tiga dimensi bentuk

pola radiasinya seperti bola. Antena isotropis ini merupakan jenis antena ideal dan antena ini hanya ada secara teoritis.

b. Unidireksional

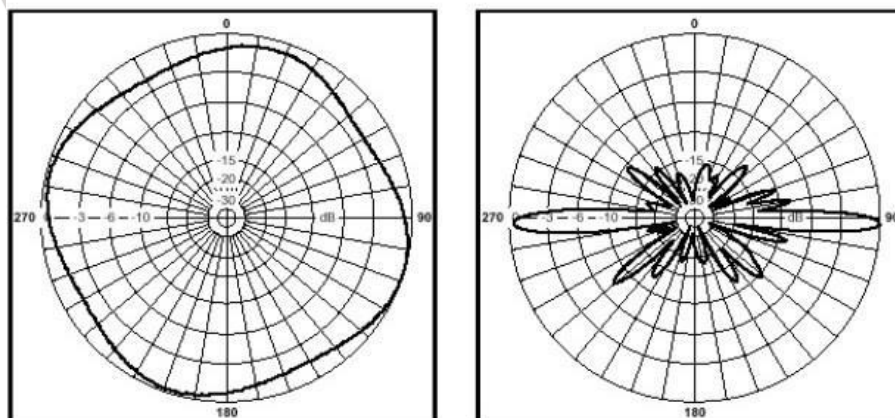
Unidireksional adalah arah pancaran antena ke arah dominan tertentu. Antena dengan pola radiasi unidireksional sering digunakan pada komunikasi point to point.



Gambar 2.1 (a) Pola radiasi unidireksional azimuth
(b) Pola radiasi unidirectional elevasi.

c. Omnidireksional

Omnidireksional adalah arah pancaran antena ke berbagai arah dengan energi pada satu bidang sama besar.



Pola Radiasi Antena Omni

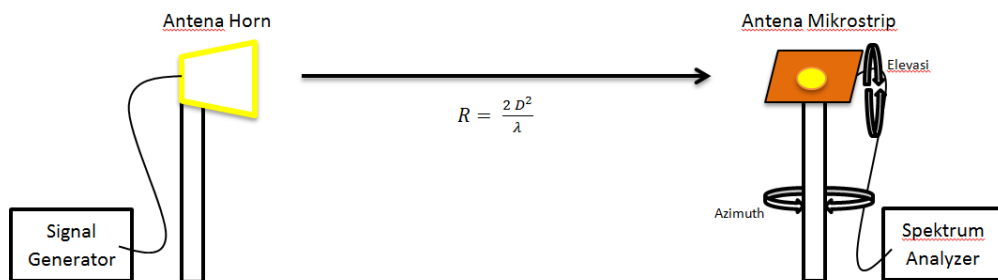
Gambar 2.2 (a) Pola radiasi omnidireksional elevasi

(b) Pola radiasi omnidirectional azimuth.

D. Prosedur Pengukuran Polaradiasi

C.1 Pengukuran Pola Radiasi Azimuth

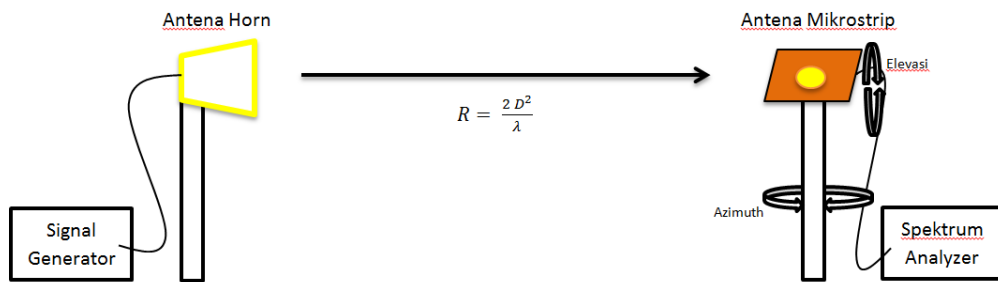
1. Siapkan dan cek kondisi peralatan yang akan digunakan.
2. Siapkan konfigurasi peralatan praktikum seperti gambar berikut:



3. Pasang Antena Penerima dengan kondisi horizontal
4. Hubungkan Antena Penerima dengan spectrum analyzer, lalu antena pengirim ke signal generator.
5. Pada Spectrum Analyzer dan Signal Generator atur frekuensi sesuai dengan frekuensi antena yang diukur
6. Setelah konfigurasi peralatan terbentuk, tanyakan ke instruktur untuk mengecek kebenaran dari konfigurasi peralatan yang telah dibangun oleh praktikan.
7. Putar antena penerima secara azimuth tiap 10° , dari 0° sampai 360°
8. Catat daya terima yang terbaca di Spectrum Analyzer.

C.2 Pengukuran Polaradiasi Elevasi

1. Siapkan dan cek kondisi peralatan yang akan digunakan.
2. Siapkan konfigurasi peralatan praktikum seperti gambar berikut:



3. Pasang Antena Penerima dengan kondisi vertikal
4. Hubungkan Antena Penerima dengan spectrum analyzer, lalu antena pengirim ke signal generator.
5. Pada Spectrum Analyzer dan Signal Generator atur frekuensi sesuai dengan frekuensi antena yang diukur
6. Setelah konfigurasi peralatan terbentuk, tanyakan ke instruktur untuk mengecek kebenaran dari konfigurasi peralatan yang telah dibangun oleh praktikan.
7. Putar antena penerima secara elevasi tiap 10° , dari 0° sampai 350°
8. Catat daya terima yang terbaca di Spectrum Analyzer.
9. Hasil pengukuran disampling 3 nilai tiap step, lalu rata-ratakan pada file excel yang sudah tersedia di PC.

E. Data Hasil Pengukuran

Sudut	Azimuth			Elevasi			Rata-Rata
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	
0°							
10°							
20°							
30°							
40°							
50°							

60 ⁰							
70 ⁰							
80 ⁰							
90 ⁰							
100 ⁰							
110 ⁰							
120 ⁰							
130 ⁰							
140 ⁰							
150 ⁰							
160 ⁰							
170 ⁰							
180 ⁰							
190 ⁰							
200 ⁰							
210 ⁰							
220 ⁰							
230 ⁰							
240 ⁰							
250 ⁰							
260 ⁰							
270 ⁰							
280 ⁰							
290 ⁰							
300 ⁰							
310 ⁰							
320 ⁰							
330 ⁰							
340 ⁰							
350 ⁰							



JOB III

PENGUKURAN POLARISASI

A. Tujuan

1. Mengetahui / memahami cara pengukuran polarisasi antena.
2. Memahami konsep polarisasi antena.
3. Mampu melakukan pengukuran polarisasi antena
4. Memahami dan mampu menghitung polarisasi dari data pengukuran yang diperoleh

B. Perangkat / Alat – Alat Yang Digunakan

1. 1 buah Signal Generator
2. 1 buah Spectrum Analyzer
3. 1 buah Antena referensi
4. 1 buah antena AUT
5. Kabel – kabel dan konektor – konektor.

C. Teori Pendukung

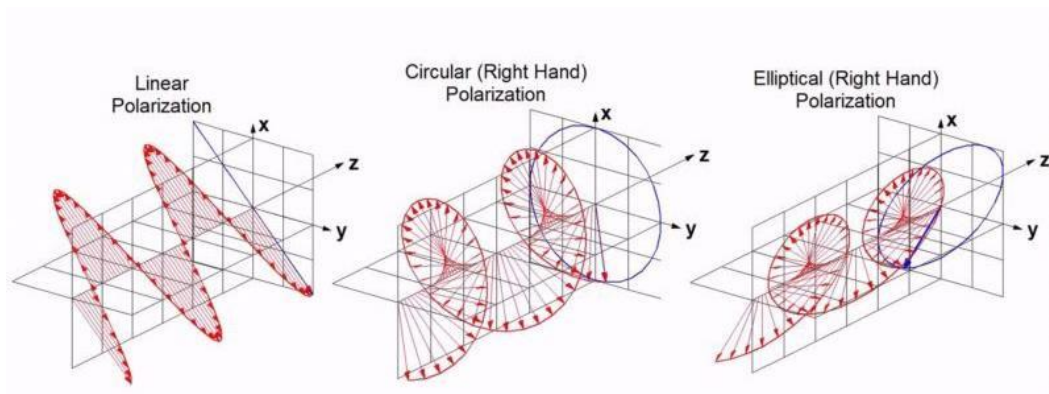
Polarisasi pada antena adalah arah getaran gelombang dari antena. Polarisasi berkaitan erat dengan orientasi vektor medan listrik yang dibangkitkan saat pemancaran. Polarisasi dapat ditentukan dengan menghitung *axial ratio*. *Axial ratio* adalah perbandingan magnitudo dari sumbu mayor dengan sumbu minor.

Berdasarkan magnitudo axial ratio jenis polarisasi antena didefinisikan menjadi 3 jenis polarisasi yaitu linier, sirkular, ellips, pada Tabel 1.1 dapat dilihat sifat-sifat dari jenis polarisasi berdasarkan magnitudo, besar sudut, dan axial ratio.

Tabel 1.1 Jenis-Jenis Polarisasi

POLARISASI	AXIAL RATIO	Besar Sudut	$E_{m1} = E_{m2}$
Polarisasi Linier	$ AR = 40 \text{ dB}$	$\phi = 0^\circ$	V
Polarisasi Elips	$3 \text{ dB} = AR < 40 \text{ dB}$.	$0^\circ < \phi < 90^\circ$	-
Polarisasi Sirkular	$0 \text{ dB} = AR < 3 \text{ dB}$.	$\phi = 90^\circ$	V

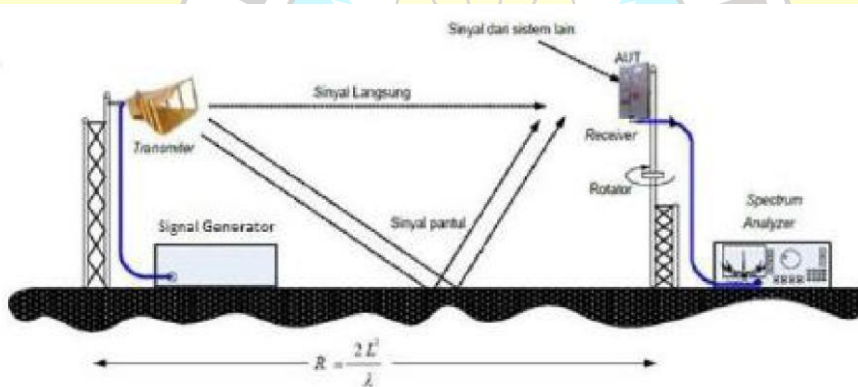
Pada Gambar 1.6 dijelaskan visualisasi polarisasi berdasarkan *axial ratio*, besar sudut, dan besar magnitudo.



Gambar 3.1 (a) Polarisasi *Linear*, (b) Polarisasi *Circular*, (c) Polarisasi *Eliptical*.

D. Prosedur Pengukuran Polarisasi

1. Siapkan dan cek kondisi peralatan praktikum yang akan digunakan.
2. Buatlah rangkaian seperti gambar berikut



3. Atur jarak minimal medan jauh antara antenna pengirim dan penerima sesuai dengan rumus medan jauh.
4. Sambungkan *signal generator* dan antenna TX menggunakan kabel probe
5. Atur *signal generator* sesuai dengan frekuensi kerja antenna yang akan diukur
6. Sambungkan antenna Rx dengan *Spectrum Analyzer* menggunakan kabel probe dan nyalakan *Spectrum Analyzer*.
7. Atur antenna sehingga 0° busur menghadap/mengarah sejajar dengan antenna pemancar.

8. Putar antenna setiap 10° , dari 0° sampai 350°
9. Catat level daya terima yang tampak pada *Spectrum Analyzer* sesuai dengan sudut yang diputar dengan hasil sampel sebanyak 3 kali
10. Analisis nilai *axial ratio* dari data hasil pengukuran

E. Data Hasil Pengukuran

Sudut	Pembacaan Spectrum Analyzer			Rata-Rata
	S1	S2	S3	
0°				
10°				
20°				
30°				
40°				
50°				
60°				
70°				
80°				
90°				
100°				
110°				
120°				
130°				
140°				
150°				
160°				
170°				
180°				
190°				
200°				
210°				

220 ⁰				
230 ⁰				
240 ⁰				
250 ⁰				
260 ⁰				
270 ⁰				
280 ⁰				
290 ⁰				
300 ⁰				
310 ⁰				
320 ⁰				
330 ⁰				
340 ⁰				
350 ⁰				

JOB IV

PENGUKURAN MEDAN DEKAT

(VSWR, RETURN LOSS, BANDWIDTH, DAN IMPEDANSI)

A. Tujuan

1. Mengetahui Karakteristik medan dekat antena
2. Mengetahui cara menggunakan alat ukur dalam pengukuran antena
3. Mampu melakukan pengukuran karakteristik medan dekat antena

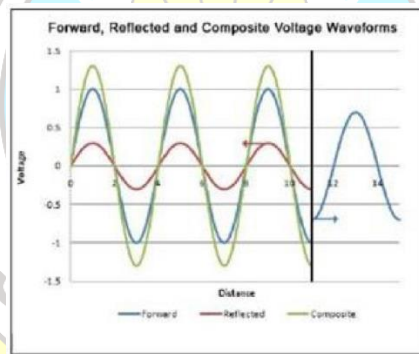
B. Peralatan / Alat – Alat yang Digunakan

1. 1 buah Network Analyzer
2. 1 buah Antena yang akan diukur
3. Kabel Probe

C. Teori Pendukung

a. VSWR

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) merupakan perbandingan antara tegangan maksimum dan minimum pada suatu gelombang berdiri akibat adanya pantulan gelombang yang disebabkan tidak *matching*-nya impedansi input antena dengan saluran *feeder*. VSWR diakibatkan karena adanya superposisi antara gelombang datang dan gelombang pantul, ketika datang dan pantul sefasa maka saling menguatkan, maka gelombang berdiri ada di titik maksimum, begitu juga sebaliknya jika tidak sefasa maka akan saling mengurangi.



Gambar 4.1 Gelombang VSWR

VSWR juga merupakan fungsi dari koefisien pantul yang menggambarkan daya yang dipantulkan kembali ke antena. VSWR maksimum yang biasa dipakai merupakan pada rentang 1,5 sampai 2 dimana Antena yang baik akan bersifat memancarkan seluruh daya yang diterima tanpa ada daya yang dipantulkan.

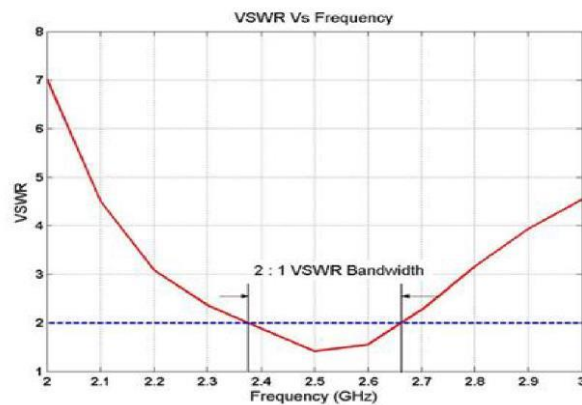
b. Return Loss

Return loss merupakan perbandingan daya yang dipantulkan kembali ke antena terhadap daya yang ditransmisikan. Daya yang dipantulkan kembali ke sumber bersifat tidak diharapkan karena berpotensi merusak sumber, sehingga diharapkan

daya yang masuk seluruhnya bisa dipancarkan. Return loss bisa terjadi karena impedansi saluran transmisi dan antena belum sesuai (match).

c. Bandwidth

Bandwidth merupakan rentang frekuensi dimana antena dapat memancarkan dan menerima daya. Dengan kata lain *bandwidth* merupakan rentang frekuensi dimana antena dapat bekerja dengan baik. Bandwidth berkaitan dengan nilai VSWR dan frekuensi. Nilai bandwidth dapat diperoleh dari rentang frekuensi dengan memperhatikan batasan maksimum VSWRnya.



Gambar 4.2 Bandwidth

Jika sebuah antena bekerja pada frekuensi tengah sebesar f_c , namun ia juga masih dapat bekerja dengan baik pada frekuensi f_1 (di bawah f_c) sampai dengan f_2 (di atas f_c), maka lebar *bandwidth* dari antena tersebut merupakan $(f_2 - f_1)$.

Bandwidth dapat dinyatakan dalam *narrow band* dan *broad band*. Jika dalam *narrow band* (antena yang memiliki bandwidth sempit) biasanya dalam bentuk persen seperti pada persamaan 1.1 dan untuk *broad band* (antena yang memiliki bandwidth lebar) biasanya dalam bentuk rasio

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\%$$

$$BW = \frac{f_2}{f_1}$$

d. Impedansi

Impedansi pada antena merupakan menjadi faktor penting dalam performa kinerja sebuah antena yaitu nilai tahanan yang timbul apabila sebuah antena dicatu

arus listrik. Ketidaksesuaian impedansi antenna dengan saluran transmisi akan mempengaruhi transfer daya yang akan dipancarkan oleh antenna.

Untuk memaksimalkan perpindahan daya dari antenna ke penerima, maka impedansi antenna haruslah memiliki nilai yang sama dengan impedansi saluran transmisinya (*matching*). Jika hal ini tidak terpenuhi maka akan terjadi pemantulan energi yang dipancarkan atau diterima dengan nilai $0 = |\Gamma(z)| = 1$.

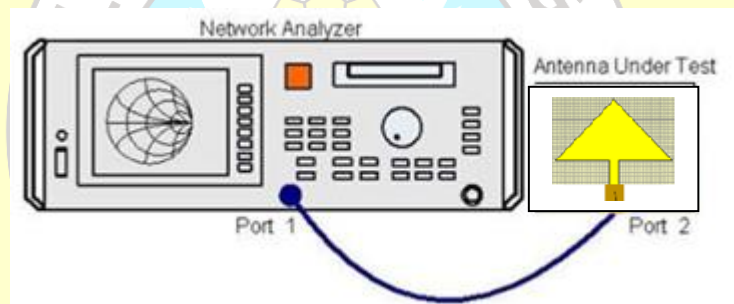
Impedansi dapat diketahui dengan mengetahui koefisien pantul dengan persamaan:

$$\Gamma = \frac{Z_a - Z_0}{Z_a + Z_0}$$

Dimana Z_a adalah impedansi antenna dan Z_0 adalah impedansi saluran transmisi.

D. Prosedur Pengukuran

1. Atur Konfigurasi pengukuran seperti gambar berikut



Gambar 4.3 Konfigurasi pengukuran VSWR, Return Loss Bandwidth, dan impedansi

2. Kalibrasi *Network Analyzernya* beserta kabel koaxial yang dipergunakan dengan *calibration kit* yang tersedia sehingga nilai return loss mendekati nol untuk semua frekuensi. Langkah kalibrasi ini sangat penting untuk mendapatkan nilai validitas pengukuran sebaik mungkin.
3. Setelah kalibrasi selesai, hubungkan konektor input pada antenna yang akan diukur (AUT) dengan probe 1 yang terpasang di NA.
4. Masukkan nilai frekuensi kerja yang diinginkan, tekan *START* untuk frekuensi awal pada antenna ini menggunakan dan tekan *STOP* untuk frekuensi akhir.

5. Tampilkan parameter yang ingin diketahui melalui tombol *FORMAT*, kemudin capture tampilan yang dihasilkan.
6. Lalu pilih parameter satu persatu, tekan tombol SWR untuk menampilkan grafik SWR terhadap frekuensi kerjanya, tombol *Smirtchart* untuk menampilkan besar impedansi pada frekuensi kerjanya.
7. Tekan tombol marker untuk melihat *bandwidth* pada grafik SWR. Gunakan 3 buah marker untuk melihat *bandwidth*.
8. Kemudian *capture* hasil tampilan NA sehingga didapat grafik hasil pengukuran VSWR, *Return Loss* dan *bandwidth*.

E. Data Hasil Pengukuran

Parameter yang diukur	Hasil Pengukuran
VSWR	
Return Loss	
Bandwidth	
Impedansi	

JOB V

PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA

A. Tujuan

1. Mampu menganalisa dalam perancangan sebuah antena.
2. Mampu melakukan simulasi berdasarkan hasil analisa perancangan sebuah antena.
3. Mampu menganalisa hasil dari simulasi antena yang sudah dirancang.

B. Prangkat / Alat – Alat yang digunakan

1. Pc/Laptop
2. Software CST Studio Suite Edition 2016

C. Prosedur Praktikum

1. Perancangan Antena

Tahapan awal perancangan antena adalah perhitungan nilai dimensi antena yang diperlukan untuk proses *design* antena. Dimana dimensi antena tersebut meliputi:

A. Bagian Patch

Patch bagian yang terletak paling atas dari antena dan terbuat dari bahan konduktor. Sebelum menghitung panjang patch yang hitung terlebih dahulu adalah lebar patch dengan rumus:

$$Wp = \frac{c}{2 f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}}$$

Dengan : W : Lebar konduktor

ϵ_r : Konstanta dielektrik

C : Kecepatan cahaya di ruang bebas (3×10^8 m/s)

f_r : Frekuensi kerja antena

Selanjutnya untuk menghitung panjang patch dengan rumus:

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{W}}} \right]$$

Dengan : ϵ_{reff} : Konstanta elektrik

h : Tebal substrat (1,6)

Setelah di dapat nilai ϵ_{reff} , baru menghitung panjang patch dengan rumus:

$$Lp = \frac{c}{2 f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} - 0,824h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)}$$

B. Bagian Groundplane

Groundplane yaitu lapisan paling bawah yang berfungsi sebagai *reflector* yang menentukan sinyal yang tidak diinginkan. Untuk menghitung panjang dan lebar groundplane dengan rumus:

$$L_g = 6h + L_p$$

Dan

$$W_g = 6h + W_p$$

Dimana : L_g : Panjang groundplane

W_g : Lebar groundplane

C. Bagian Lebar Pencatu

Untuk menentukan panjang (L_f) dan lebar (W_p) pencatu akan di buat dengan rumus:

$$L_f = \frac{W_p}{2}$$

Dimana L_f : Panjang pencatu

Selanjutnya untuk mendapatkan nilai lebar pencatu harus mencari nilai Z_0 dan nilai B dengan rumus:

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \ln \left[\frac{8h}{W} + \frac{W}{4h} \right]$$

Dan,

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$

Dimana : Z_0 : Impedansi

B : Induktansi

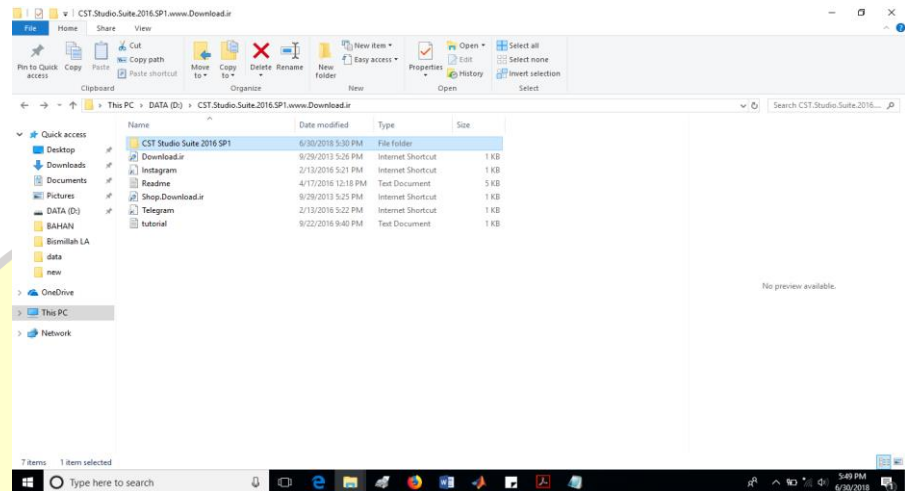
Sehingga di dapat nilai W_f dengan rumus:

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

2. Simulasi dengan software *CST Studio Suite 2016*

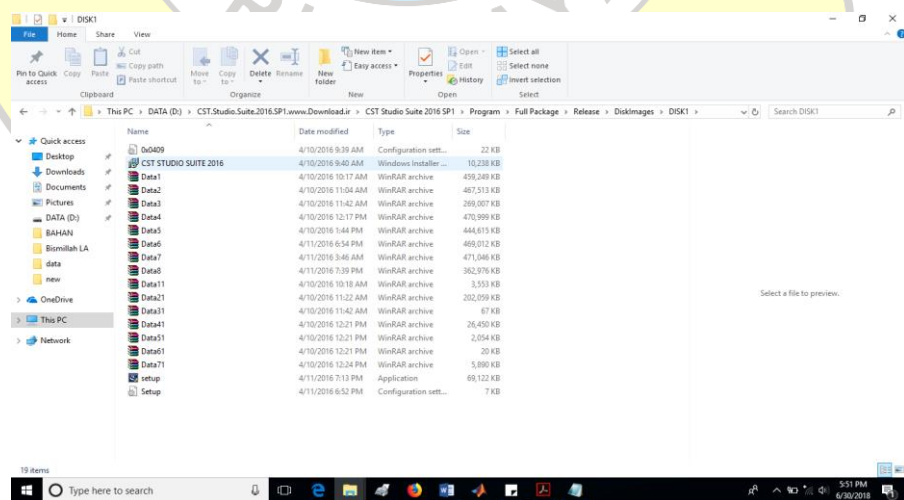
Untuk menjalankan program matlab perlu dilakukan instalasi terlebih dahulu pada komputer atau PC yang akan digunakan. Berikut adalah langkah-langkah menginstalasinya

1. Buka folder *CST Studio Suite 2016 SP1*, dengan cara *double klik*.



Gambar 5.1 Tampilan Folder penyimpanan *CST Studio Suite 2016 SP1*
(Sumber: Aplikasi *CST Studio Suite 2016*)

2. Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jalankan windows instraller pada folder *CST Studio Suite* dengan cara *double klik*.



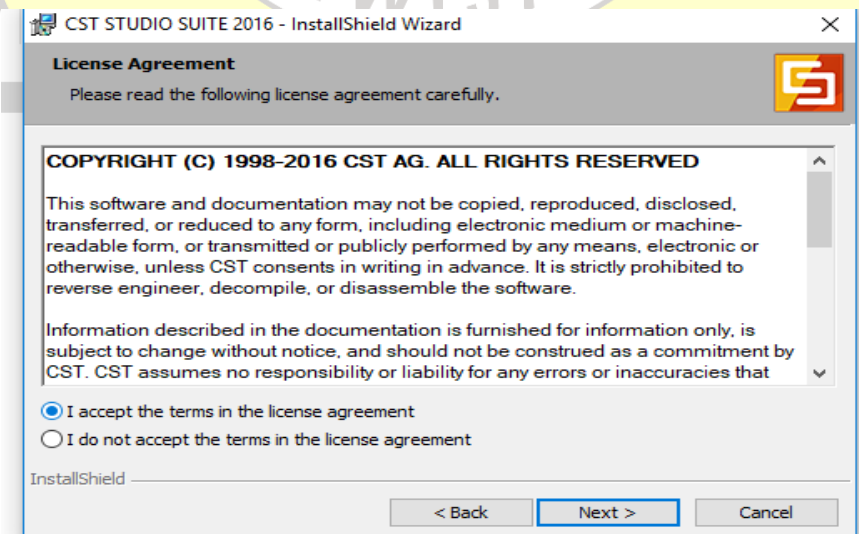
Gambar 5.2 Tampilan Folder *CST Studio Suite SP1* untuk diinstal
(Sumber: Aplikasi *CST Studio Suite 2016*)

3. Setelah itu akan muncul tampilan seperti dibawah ini, selanjutnya pilih *Next* untuk melanjutkan penginstalan.



Gambar 5.3 Tampilan awal untuk memulai penginstalan
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

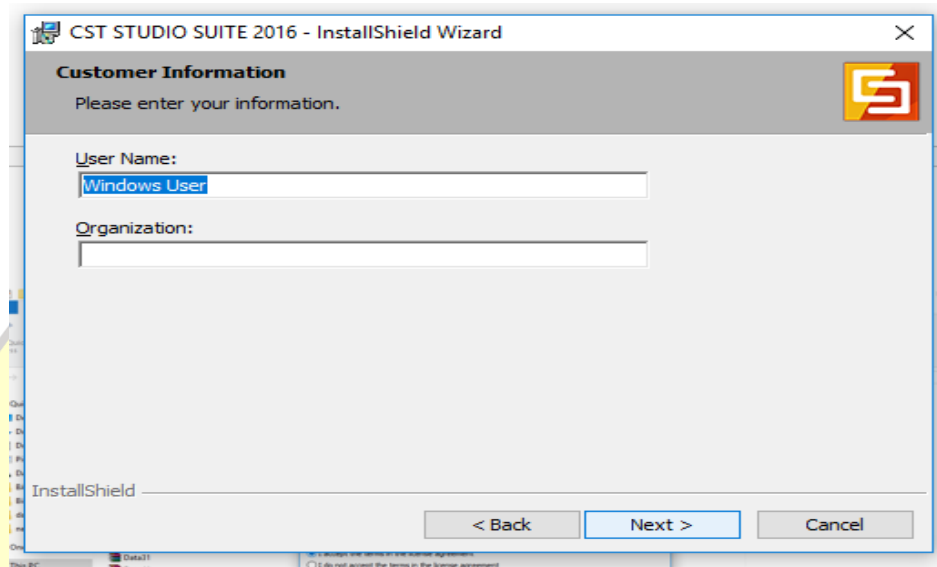
4. Pada langkah selanjutnya, pilih “ *I accept the terms in the license agreement* ”, lalu pilih *next*.



Gambar 5.4 Tampilan pernyataan bahwa pengguna menyetujui semua peraturan pada program CST Studio Suite

(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

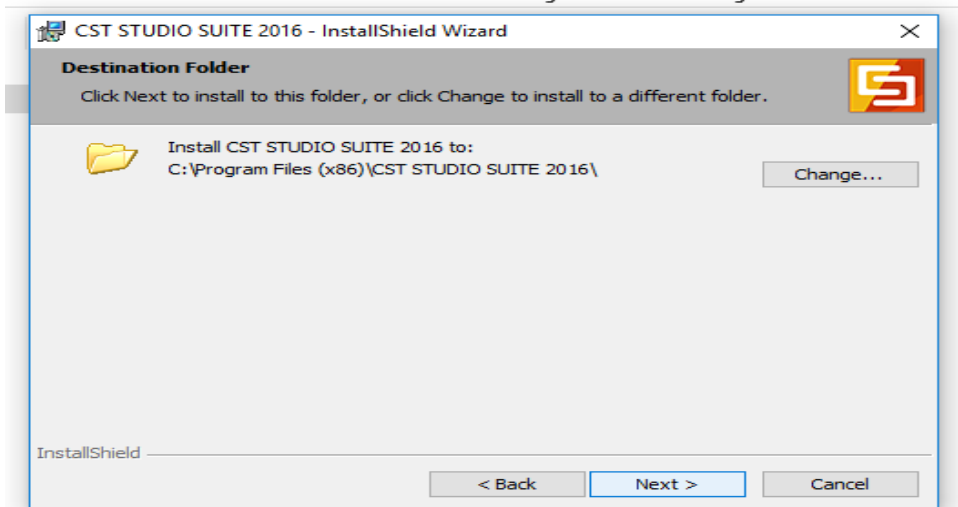
5. Selanjutnya tentukan nama folder tempat Anda ingin menginstal produk CST Studio Suite. klik *Next*.



Gambar 5.5 Tampilan penyimpanan untk CST Studio Suite pada komputer

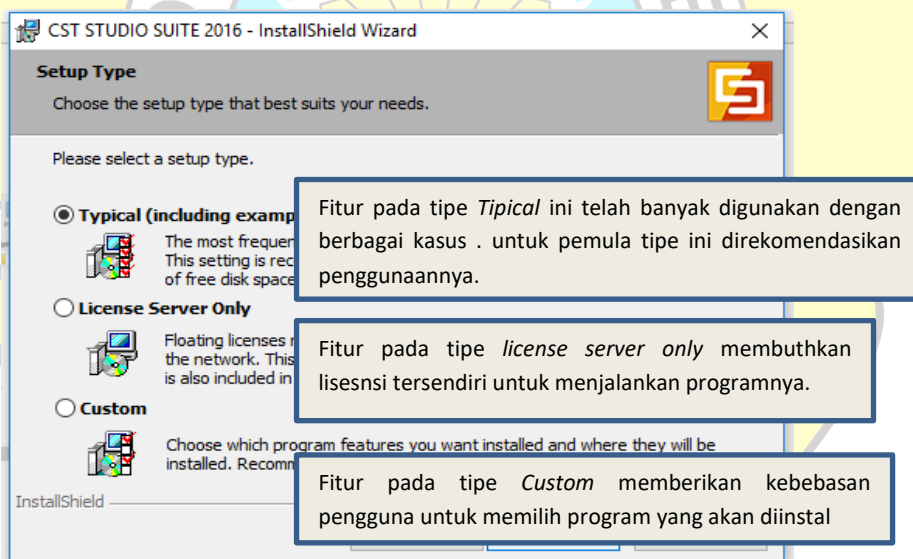
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

6. Selanjutnya tentukan nama folder tempat Anda ingin menginstal produk CST Studio Suite. Klik *Change* untuk memilih folder yang lain. Jika folder tidak ada maka installer yang membuatnya. Setelah menentukan nama folder pengistalan klik *Next*



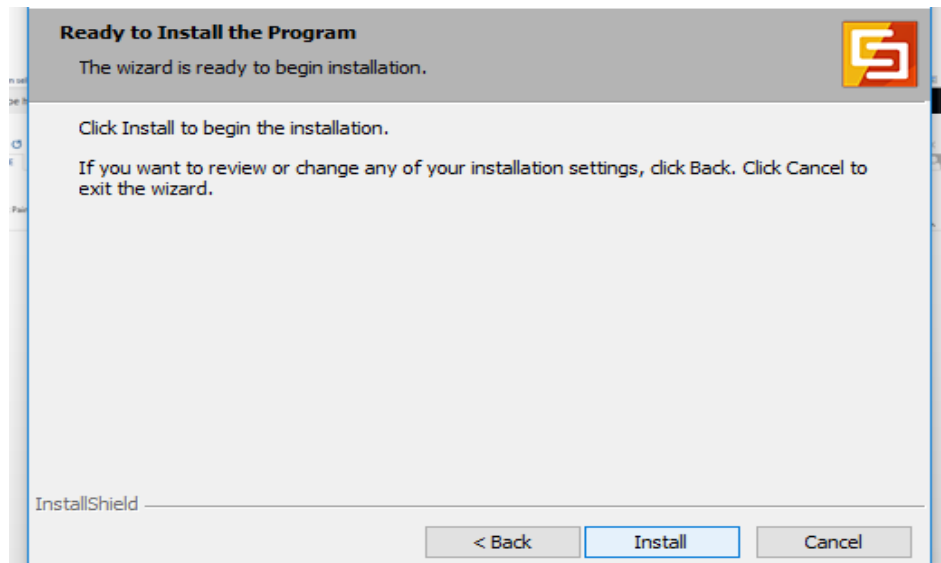
Gambar 5.6 Tampilan Folder selection
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

7. Selanjutnya tentukan tipe atau jenis yang anda ingin menginstal produk CST Studio Suite. klik Next



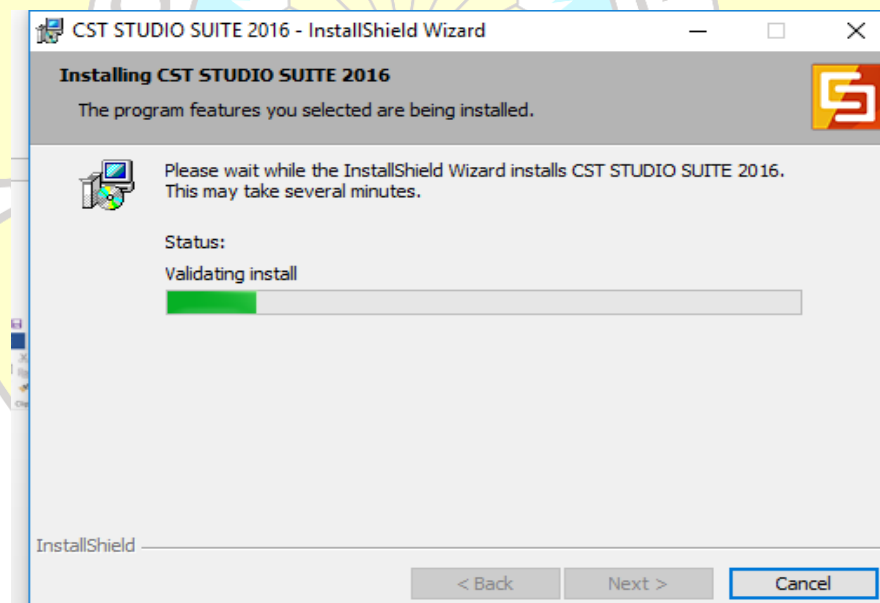
Gambar 5.7 Tampilan peilihan jenis atau tipe program yang ingin diinstal
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

8. Jika semua *setup* telah dilakukan maka Klik install untuk memulai pengintalan program CST Studio Suite2016. Jika langkah sebelumnya masih ada yang ingin diubah maka klik *back*.



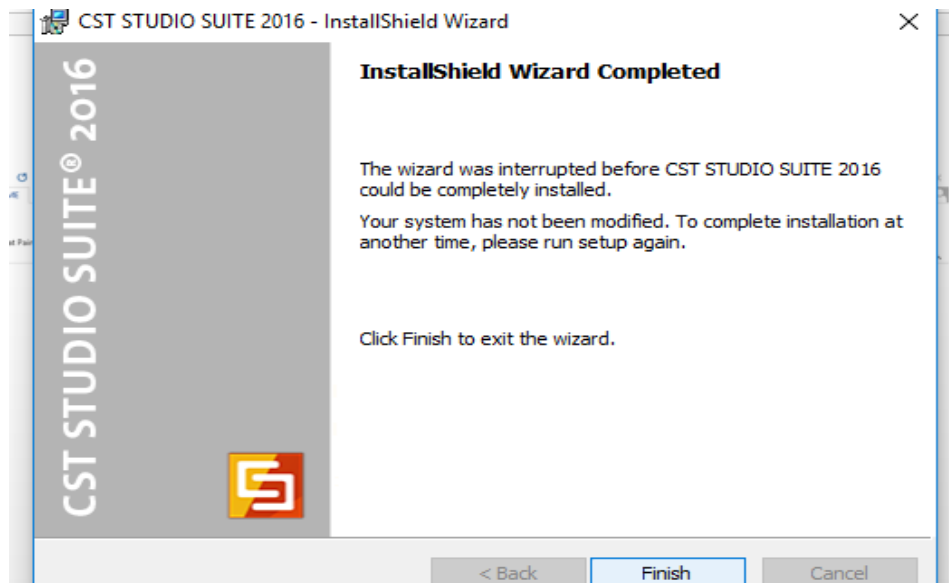
Gambar 5.8 Tampilan untuk memulai proses penginstalan
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

9. Tunggu sampai installer semua atau berwarna hijau penuh lalu klik *next* untuk langkah selanjutnya.



Gambar 5.9 Tampilan Proses penginstalan
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

10. Setelah langkah sebelumnya selesai maka akan otomatis berubah tampilan seperti dibawah ini, selanjutnya klik *finish* untuk menyelesaikan penginstalan. *CST Studio Suite* siap untuk digunakan.



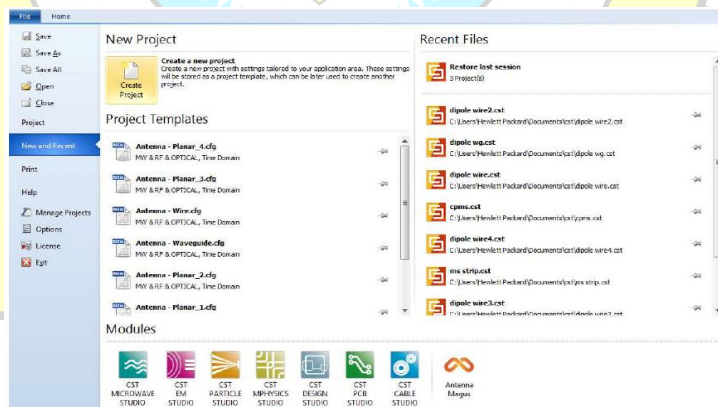
Gambar 5.10 Tampilan selesai atau *complete* instalasi

(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

a. Perancangan desain Antena mikrostrip *patch* segitiga

Adapun tahap-tahap perancangan antena mikrostrip adalah sebagai berikut;

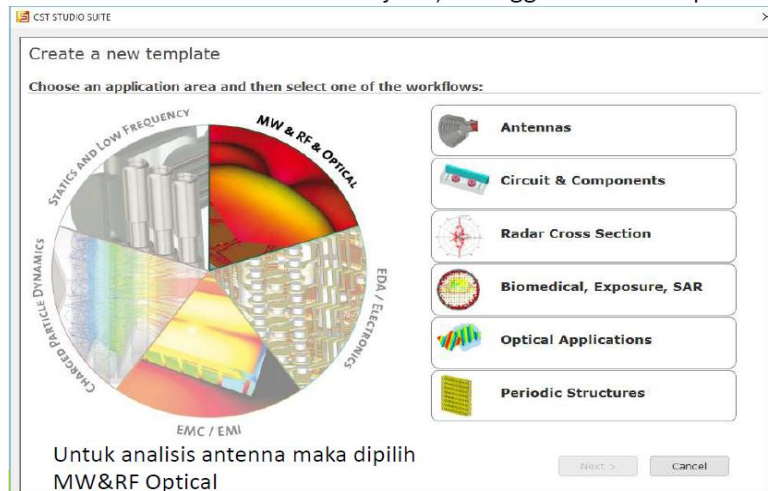
1. Jalankan software *CST Studio Suite* dengan cara mengklik double pada *icon* CST tersebut. Tunggu beberapa saat dan akan muncul tampilan berikut



Gambar 5.11 Tampilan awal software *CST Studio Suite* SP1

(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

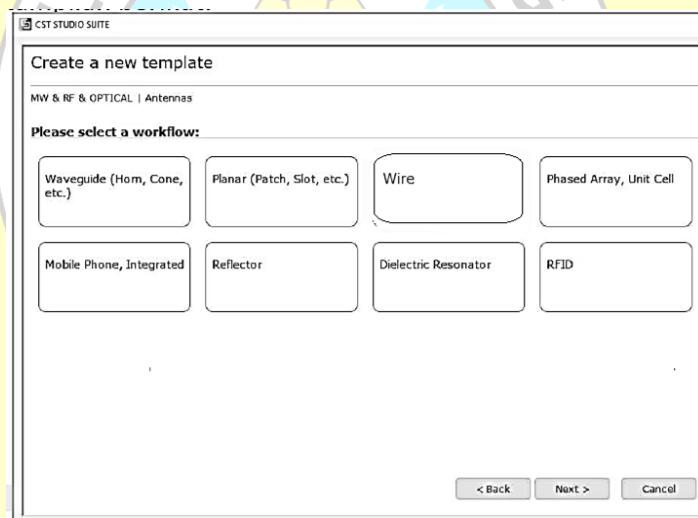
2. Klik *create project* untuk memulai perancangan, selanjutnya akan tampil sebagai berikut, untuk analisis antena maka dipilih *MW&RF optical*. Klik *next*.



Gambar 5.12 Tampilan pilihan jenis pengerjaan

(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

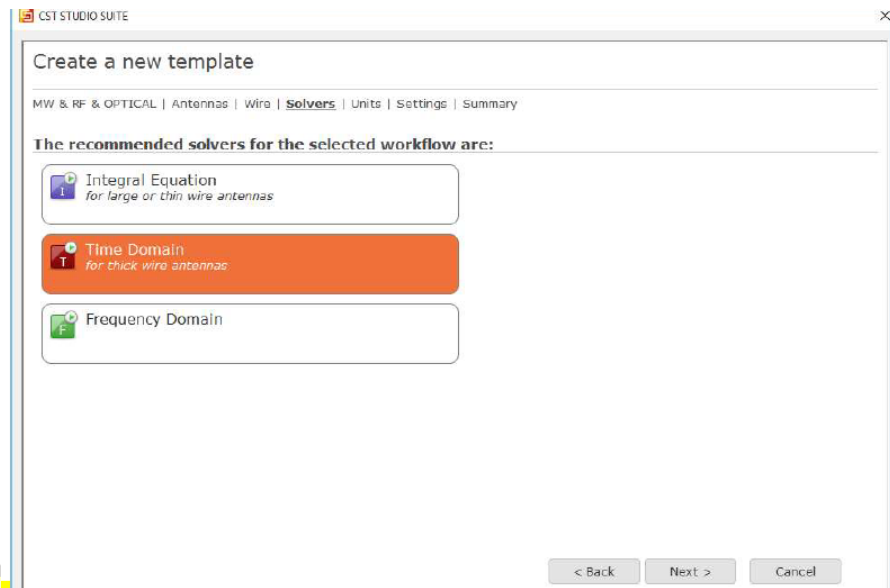
3. Pilih template *workflow*. Untuk antenna mikrotrip pilih Planar (*patch, slot,etc*).selanjutnya klik *next*.



Gambar 5.13 Tampilan Workflow

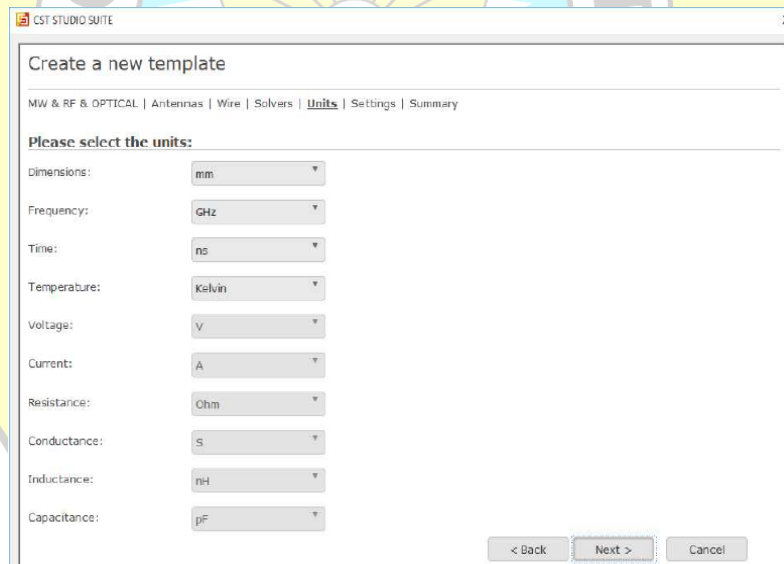
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

4. Selanjutnya merukan metode *solver* yang dapat dipilih. Pilih T (*time domain*) kemudian klik *next*.



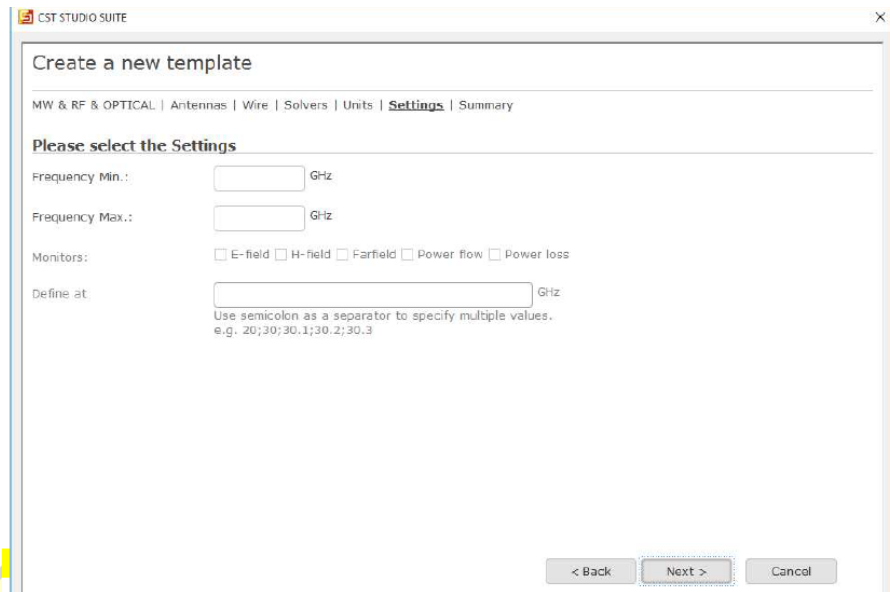
Gambar 5.14 Tampilan metode solver
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

5. Selanjutnya menentukan *units* sebagai parameter hitung yang akan digunakan pada saat komputasi simulasi. Klik *next*



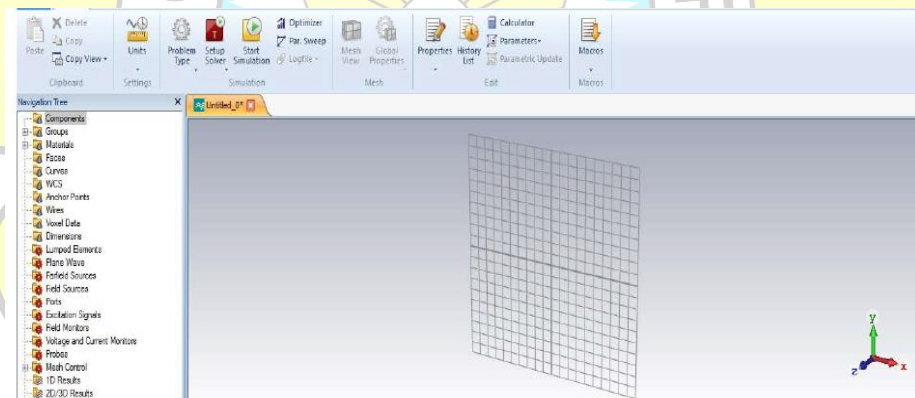
Gambar 5.15 Tampilan Units antena
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

6. Selanjutnya menentukan frekuensi kerja. Klik *next*. Selanjutnya klik *finish* untuk memulai *project*.



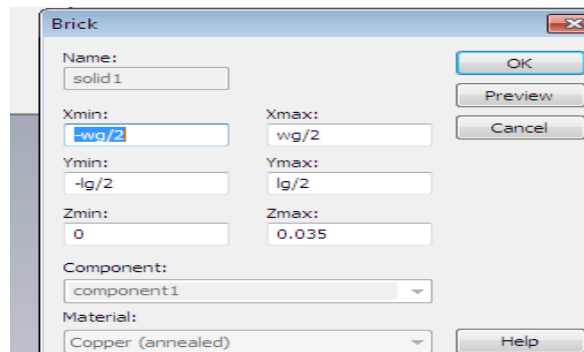
Gambar 5.16 Tampilan pengaturan frekuensi kerja
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

7. Berikut tampilan utama untuk pada saat memulai *project* atau mendesign *antena*.



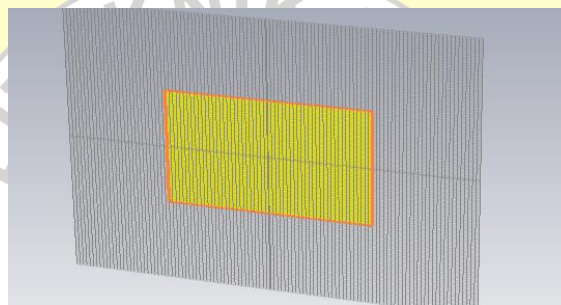
Gambar 5.17 Tampilan utama CST saat memulai *Project* baru
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

8. Pilih simulation di menu bar, selanjutnya pilih *brick* untuk membuat antenna segita. Tekan *Esc*, akan muncul kotak untuk mengisi dimensi yang antenna yang dikehendaki. Klik 'ok'



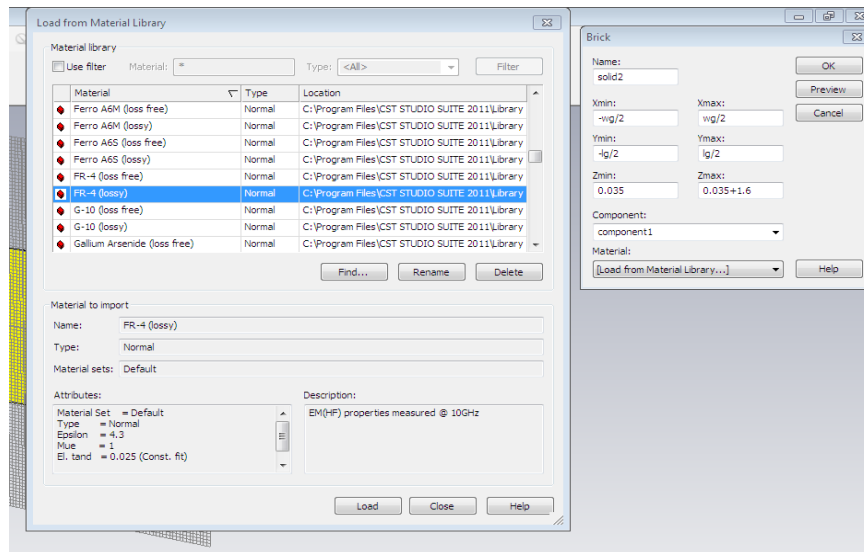
Gambar 5.18 Tampilan dimensi antenna
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

Untuk langkah pertama penulis membuat *groundplane* dengan ukuran atau dimensi antenna yang telah dihitung sebelumnya.

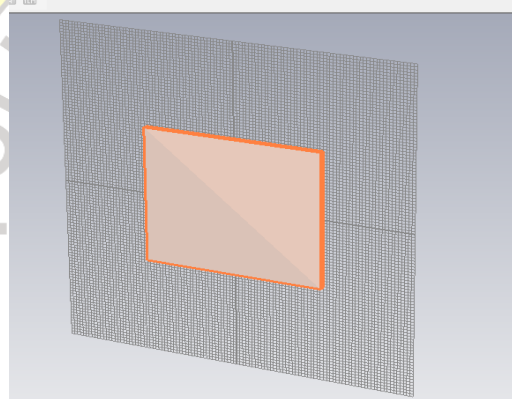


Gambar 5.19 Tampilan *groundplane* antenna
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

9. Dengan cara yang sama pada ground plane. Klik *brick* kemudin muncul *dialog box* untuk pengisian dimensi dan material substrat.tekan *esc* sehingga muncul *dialog box* untuk pengisian dimensi dan material substrat.klik 'ok'

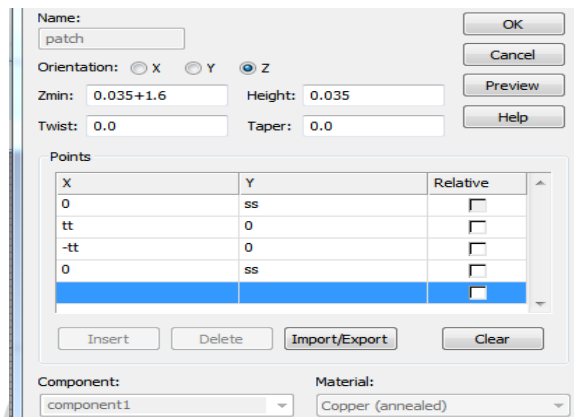


Gambar 5.20 Tampilan *dialog box* untuk substrate
 (Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)



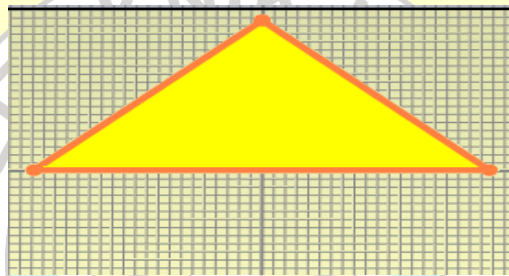
Gambar 5.21 Tampilan Substrate
 (Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

10. Bagian *patch* dibuat dengan cara yang sama dengan sebelumnya.



Gambar 5.22 *Dialog box* untuk dimensi *patch*

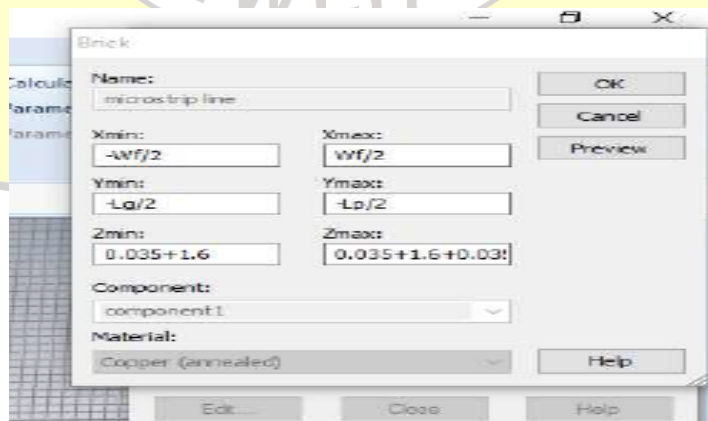
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)



Gambar 5.23 Tampilan *Patch* antenna

(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

11. Selanjutnya membuat *feedline*, sama dengan langkah sebelumnya, hanya ukuran dimensi yang berbeda.

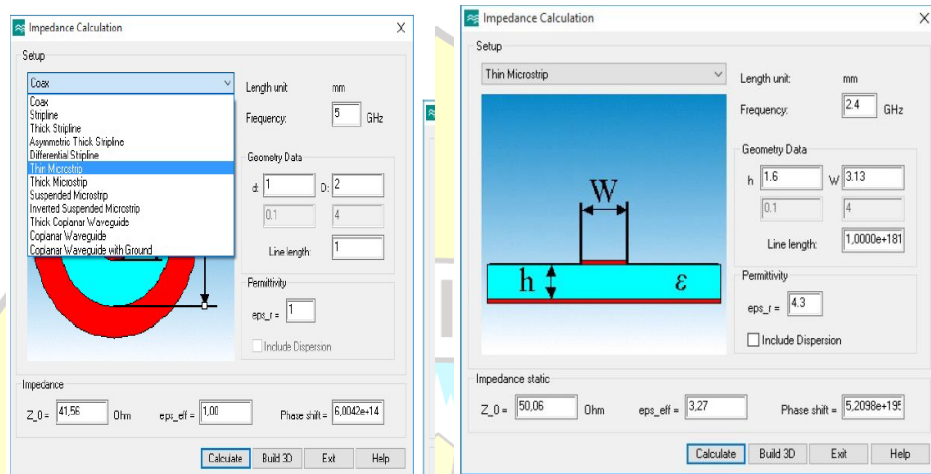


Gambar 5.24 Tampilan *dialog box* *feedline* antenna

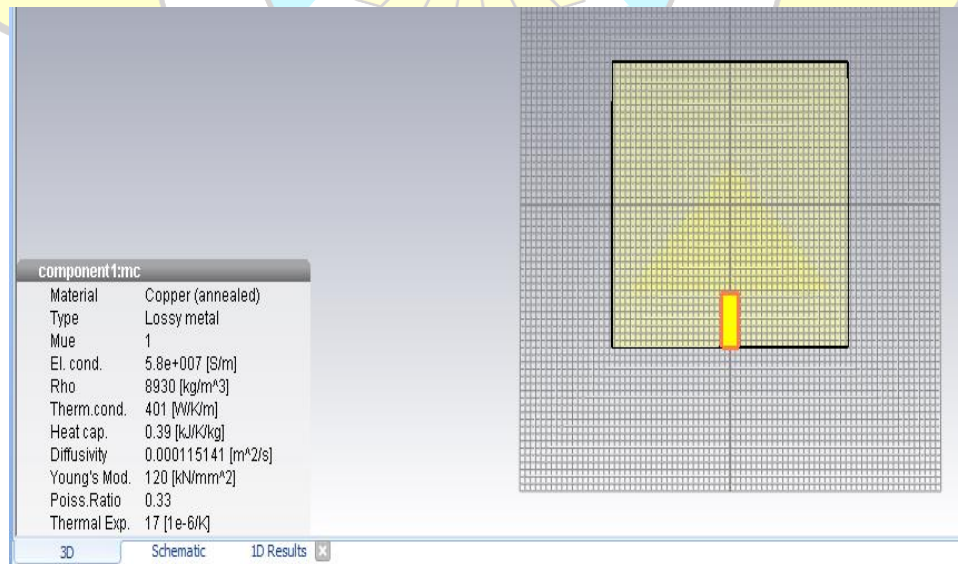
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

Untuk menghitung *mikrostipline* dapat dengan cara sebagai berikut;

Pada halaman *home*, pilih fungsi *calculate* pada *Macro*, kemudian *analytic line impedance*. Kemudian akan muncul *Window* Kemudian pilihlah *thin microstrip*. Masukkan nilai *W*, hingga *Z₀* bernilai 50.00 sebagai *impedance matching*

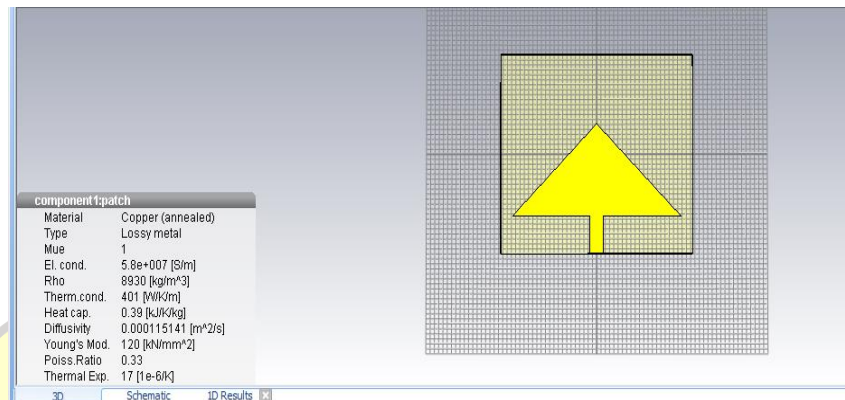


Gambar 5.25 Tampilan Calculate Impadance
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)



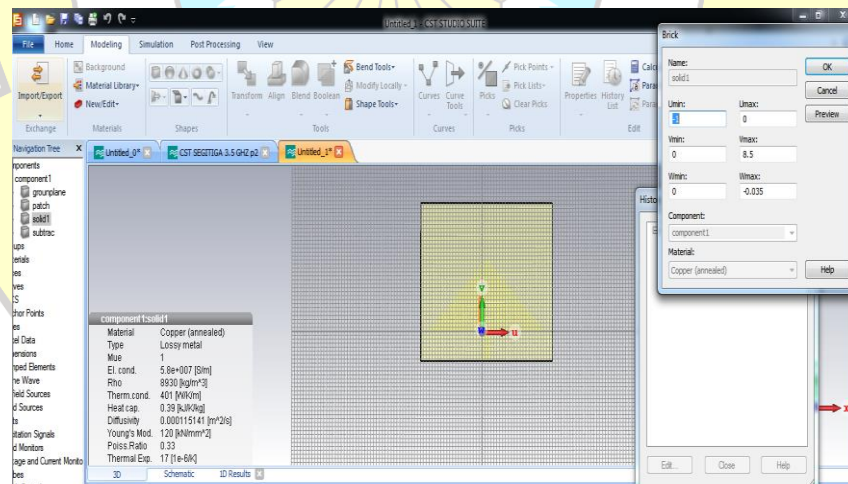
Gambar 5.26 Tampilan Feedline
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

12. Selanjutnya menggabungkan *feedline* dan *patch*. Dengan cara pilih terlebih dahulu bagian yang akan digabungkan pada *navigation tree*. Selanjutnya pada *Modeling* di menu bar, pilih 'Boolean' dengan operasi 'add'.



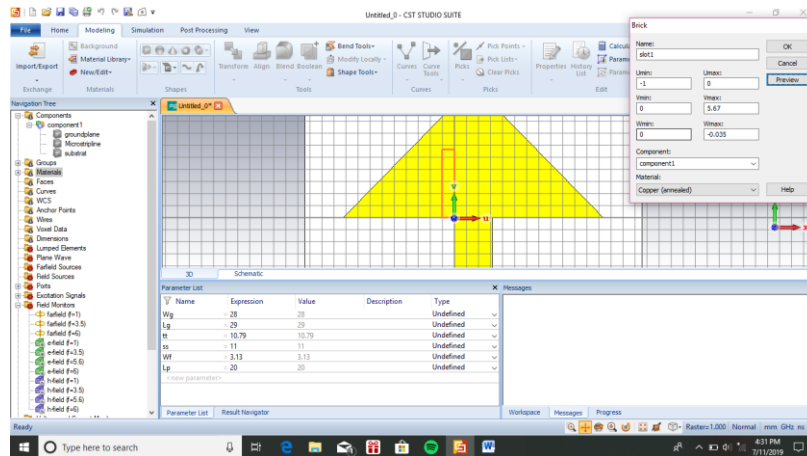
Gambar 5.27 Tampilan *patch* yang telah digabungkan dengan *feedline*
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

13. Selanjutnya membuat slot antenna dengan cara klik *pick* pada menu *modeling*, lalu arahkan *mouse* ke titik sambung antara *patch* dan *feedline*. pilih *align* WCS pada menu WCS yang ada pada menu *modeling* juga.



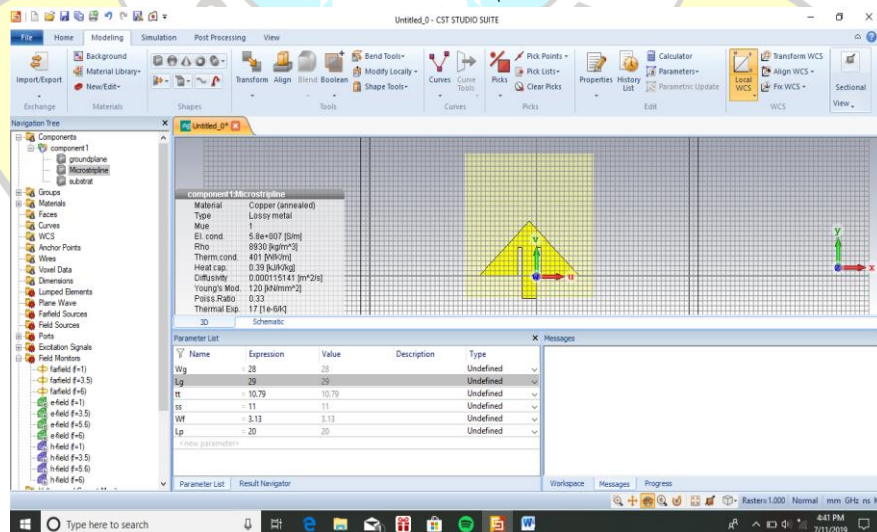
Gambar 5.28 Tampilan titik koordinat yang telah ditentukan
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

14. Selanjutnya pilih *brick*, tekan 'Esc' lalu isikan nilainya pada *dialog box*.



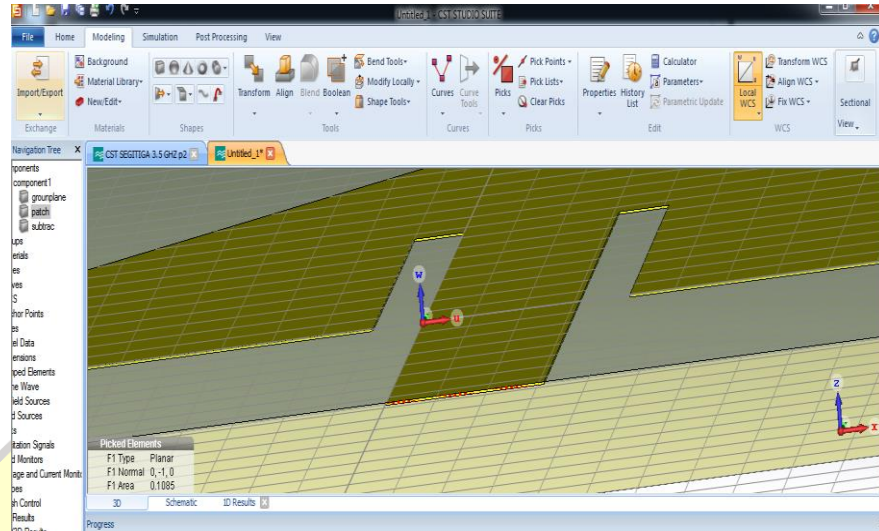
Gambar 5.29 Tampilan slot antenna
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

15. Langkah berikutnya membuat slot yang kedua dengan cara, mengcopy slot pertama dan mempaste pada bagian *navigation tree*, lalu tentukan jarak antara slot ke1 dan ke2. Pilih menu *transform*, akan muncul *dialog box*, masukan nilai pergeserannya, klik *ok*. selanjutnya sisihkan bagian slot ke1 dan ke2 dengan *patch*. Dengan cara pilih menu 'boolean' pilih 'substrat' dan klik 'ok'

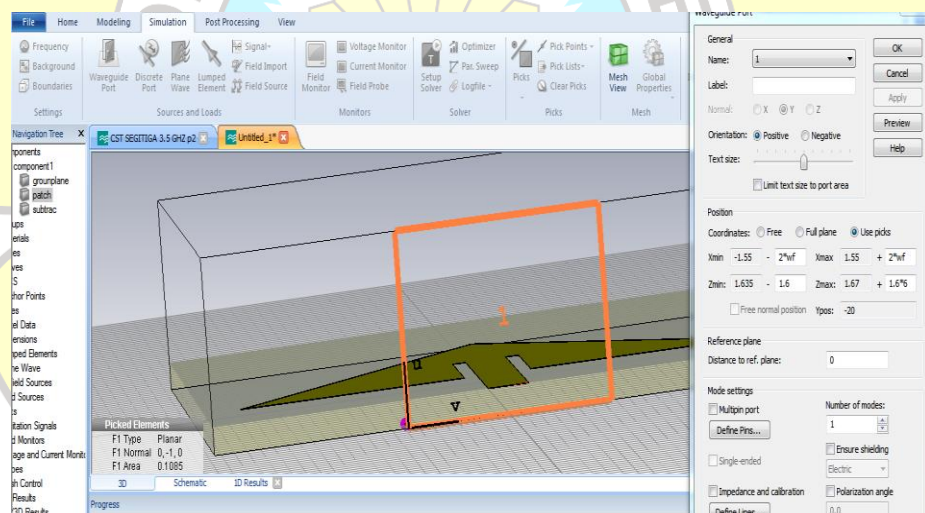


Gambar 5.30 Tampilan antenna dengan slotnya
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

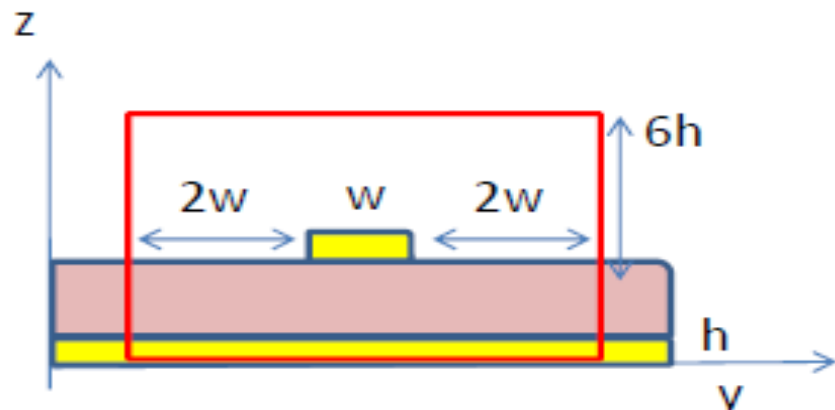
16. Selanjutnya pemasangan 'port' antena.dengan cara *pick face* pada ujung *feedline*, kemudian klik *waveguide port* pada menu *simulation*.



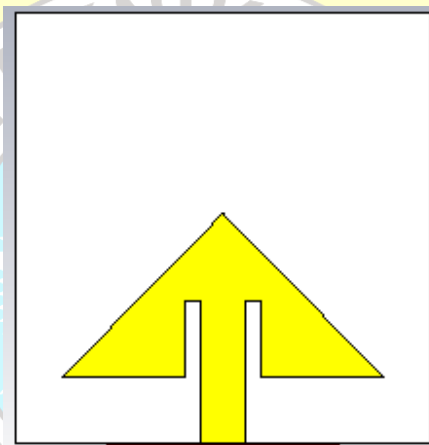
Gambar 5.31 Tampilan pemasangan 'port'
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)



Gambar 5.32 Tampilan dialog box waveguide port
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)



Gambar 5.33 Cara menghitung ukuran 'port'
 (Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)



Gambar 5.34 *Design* antena mikrostrip segitiga *patch*
 (Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

JOB VI

PENGUKURAN GAIN ANTENA HASIL DESAIN

A. Tujuan

1. Mengetahui / memahami cara pengukuran gain antenna hasil desain
2. Mengetahui besaran gain antenna hasil desain
3. Mampu melakukan pengukuran gain antenna hasil desain

B. Dasar Teori

B.1 Antena Standar

Antena standar merupakan antena pabrikan/ antenna yang di buat di pabrik yang telah melalui pengujian laboratorium dan bisa digunakan sebagai referensi untuk mengukur antenna-antena praktis hasil desain.

B.2 Antena Mikrostrip Hasil Desain

Antena mikrostrip sebelumnya di buat pada job V. untuk mengetahui kualitas antenna yang di buat maka antenna perlu di ukur. Salah satu parameter yang di ukur adalah gain. Hasil pengukuran gain tersebut dibandingkan dengan gain standar .

Ada dua jenis parameter penguatan (*Gain*) yaitu *absolute gain* dan *relative gain*. *Absolute gain* pada sebuah antena didefinisikan sebagai perbandingan antarintensitas pada arah tertentu dengan intensitas radiasi yang diperoleh jika daya yang diterima oleh antena teradiasi secara isotropik. Intensitas radiasi yang berhubungan dengan daya yang diradiasikan secara isotropik sama dengan daya yang diterima oleh antena (P_{in}) dibagi dengan 4π . *Absolute gain* ini dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini. (Surjati I, 2010)

$$Gain = \frac{4\pi U (\theta, \phi)}{P_{in}}$$

Dimana : Gain = *Absolute gain*

π = pi (3,14)

θ = sudut teta

\emptyset = Himpunan Kosong

P_{in} = Daya yang diterima oleh Antena

Selain *absolute gain* juga ada *relative gain*. *Relative gain* didefinisikan sebagai perbandingan antara perolehan daya pada sebuah arah dengan perolehan daya pada antena referensi pada arah yang direferensikan juga. Daya masukan harus sama di antara kedua antena itu. Akan tetapi, antena referensi merupakan sumber isotropik yang *lossless* ($P_{in(lossless)}$). Secara rumus dapat dihubungkan sebagai berikut :

$$Gain = \frac{4\pi U (\theta, \emptyset)}{P_{in} (lossless)}$$

Dimana : Gain= *Absolute gain*

π = pi (3,14)

θ = sudut teta

\emptyset = Himpunan Kosong

$P_{in} (lossless)$ = Sumber isotropik yang *lossless*

Pengukuran antena yang baik adalah pada daerah medan jauh antena dan kondisi ruangan yang bebas dari pantulan. Hal ini bertujuan agar antena tidak terpengaruh oleh adanya medan-medan yang berada di sekelilingnya.

Sesuai dengan syarat pengukuran medan jauh maka dilakukan pengukuran dengan persamaan berikut :

$$R \geq \frac{2D^2}{\lambda}$$

Dimana :

R = Jarak antena pemancar dan antena penerima (m)

D = Ukuran terpanjang dimensi antena (m)

λ = Panjang Gelombang frekuensi (m)



Gambar 6.1 Diagram Dasar Pengukuran Antena

Jika arah tidak ditentukan, maka perolehan daya biasanya diperoleh dari arah radiasi maksimum. Gain total antena uji secara sederhana dirumuskan oleh persamaan : (Stutzman, Warren L. and G. A. Thiele, 1981)

$$G_t \text{ (dB)} = (P_t \text{ (dBm)} - P_s \text{ (dBm)}) + G_s \text{ (dB)}$$

Dimana : G_t = Gain antena mikrostrip

P_t = Nilai level sinyal maksimum yang diterima antena mikrostrip

P_s = Nilai level sinyal maksimum yang diterima GSM

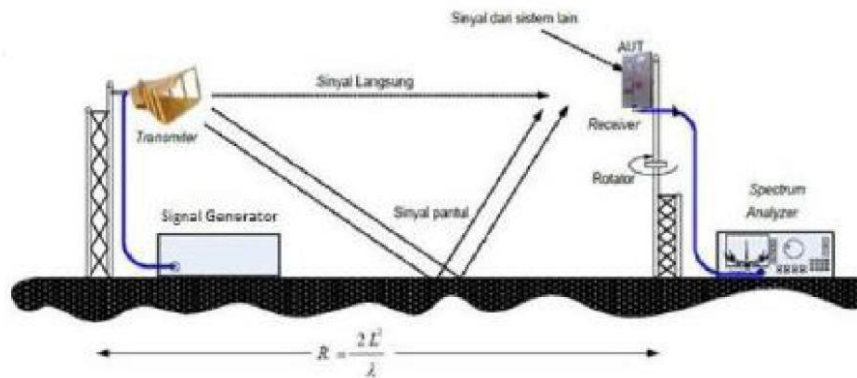
G_s = Gain GSM

C. Perangkat / Alat – Alat yang digunakan

1. 1 buah Signal Generator
2. 1 buah Spectrum Analyzer
3. 1 buah Antena referensi
4. 1 buah antena AUT
5. Kabel – kabel dan konektor – konektor.

D. Prosedur Pengukuran Gain

1. Siapkan dan cek kondisi peralatan praktikum yang akan digunakan
2. Buatlah rangkaian seperti gambar berikut



3. Atur jarak minimal medan jauh antara antenna pengirim dan penerima sesuai dengan rumus medan jauh.
4. Sambungkan *signal generator* dan antenna TX menggunakan kabel probe
5. Atur *signal generator* sesuai dengan frekuensi kerja antenna yang akan diukur
6. Sambungkan antenna Rx dengan *Spectrum Analyzer* menggunakan kabel probe dan nyalakan *Spectrum Analyzer*.
7. Putar antenna uji masing-masing 10^0 secara manual.
8. Catat level daya terima yang terbaca pada *spectrum analyzer*.
9. Gunakan persamaan berikut untuk menghitung *gain* antenna yang diuji :

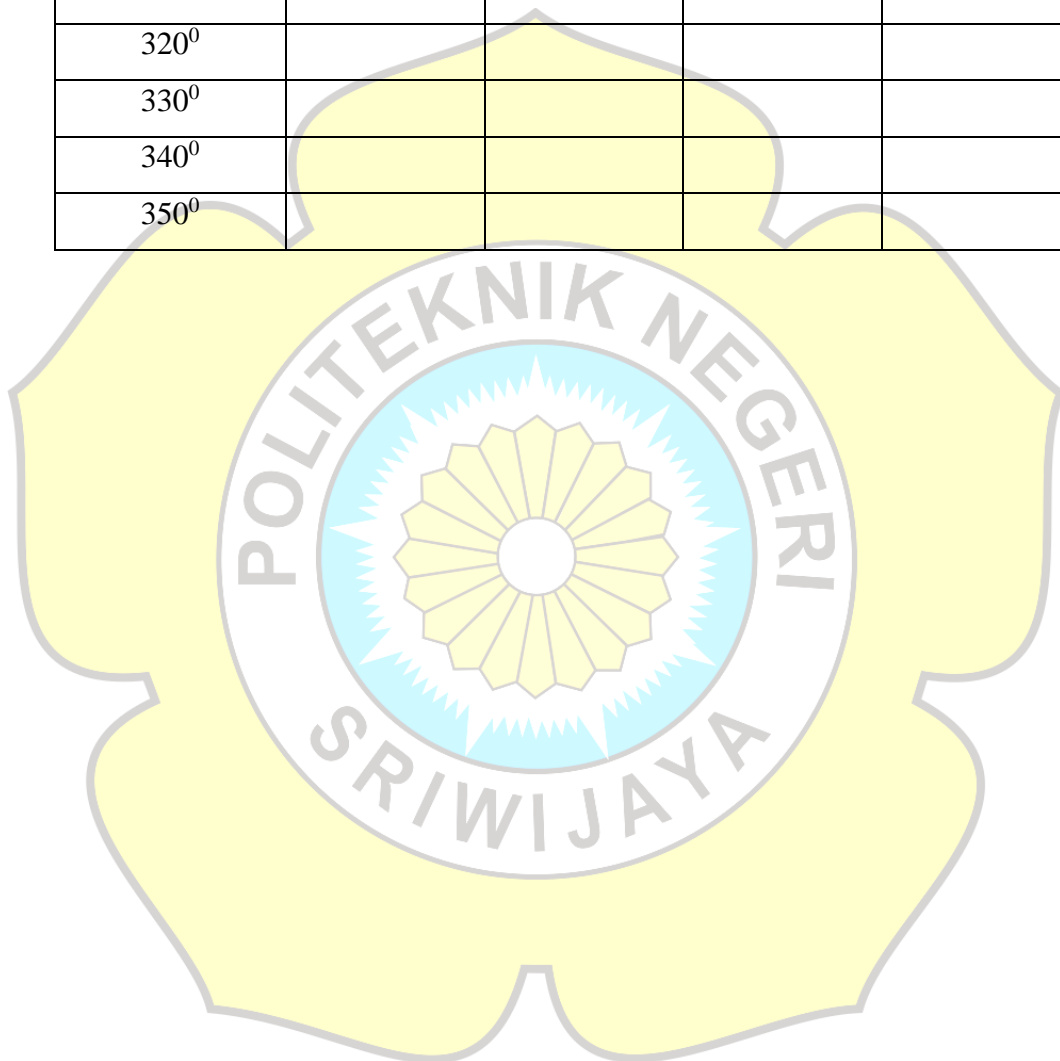
$$GAUT = P1 (Rx) - P2 (Tx) + Pr f g$$

E. Data Hasil Pengukuran

Antena

Sudut	Pembacaan Spectrum Analyzer			Rata-Rata Gain
	S1	S2	S3	
0 ⁰				
10 ⁰				
20 ⁰				
30 ⁰				
40 ⁰				
50 ⁰				
60 ⁰				
70 ⁰				
80 ⁰				
90 ⁰				
100 ⁰				
110 ⁰				
120 ⁰				
130 ⁰				
140 ⁰				
150 ⁰				
160 ⁰				
170 ⁰				
180 ⁰				
190 ⁰				
200 ⁰				
210 ⁰				
220 ⁰				
230 ⁰				
240 ⁰				
250 ⁰				

260 ⁰				
270 ⁰				
280 ⁰				
290 ⁰				
300 ⁰				
310 ⁰				
320 ⁰				
330 ⁰				
340 ⁰				
350 ⁰				



JOB VII

PENGUKURAN POLA RADIASI HASIL DESAIN

A. Tujuan

1. Mengetahui / memahami cara pengukuran pola radiasi antenna hasil desain
2. Memahami parameter-parameter antenna pola radiasi antenna arah azimuth dan arah elevasi
3. Memahami pengukuran serta mengetahui syarat pengukuran dari pola radiasi antenna hasil desain (*azimuth dan elevasi*)
4. Mampu menganalisis hasil pengukuran pola radiasi antenna hasil desain

B. Dasar Teori

B.1 Antena Standar

Antena standar merupakan antenna pabrikan/ antenna yang di buat di pabrik yang telah melalui pengujian laboratorium dan bisa digunakan sebagai referensi untuk mengukur antenna-antenna praktis hasil desain.

B.2 Antena Mikrostrip Hasil Desain

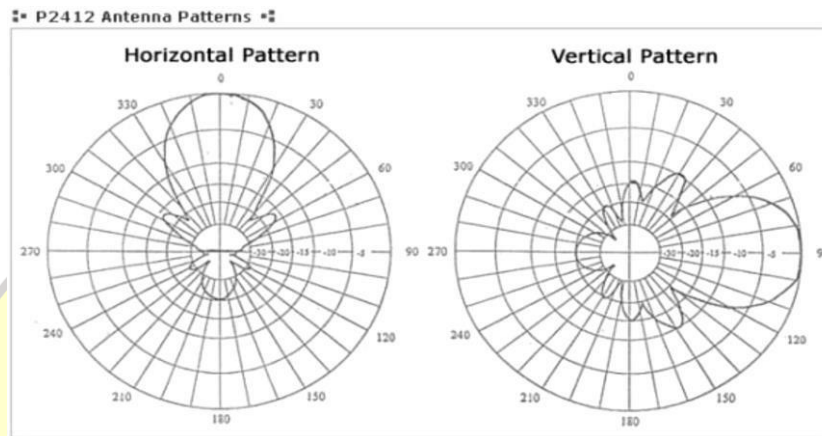
Antena mikrostrip sebelumnya di buat pada job V. untuk mengetahui kualitas antenna yang di buat maka antenna perlu di ukur. Salah satu parameter yang di ukur adalah pola radiasi . Hasil pengukur gain tersebut dibandingkan dengan gain pola radiasi.

Polaradiasi atau pola antenna didefinisikan sebagai fungsi matematik atau representasi grafik dari sifat radiasi antenna sebagai fungsi dari koordinat. Pola radiasi dapat disebut sebagai pola medan (*fieldpattern*) apabila yang digambarkan adalah kuat medan dan disebut pola daya (*powerpattern*) apabila yang digambarkan *pointing vector*. Disebagian besarkasus, pola radiasi ditentukan di luasan wilayah dan direpresentasikan sebagai fungsi dari koordinat directional. Polaradiasi antenna adalah plot 3-dimensi distribusi sinyal yang dipancarkan oleh sebuah antenna, atau plot 3-dimensi tingkat penerimaan sinyal yang diterima oleh

sebuah antena. Polaradiasi antena menjelaskan bagaimana antena meradiasikan energi keruang bebas atau bagaimana antena menerima energi.

B.2.1 Pola Radiasi Antena *Unidirectional*

Antena *unidirectional* mempunyai polaradiasi yang terarah dan dapat menjangkau jarak yang *relative*.

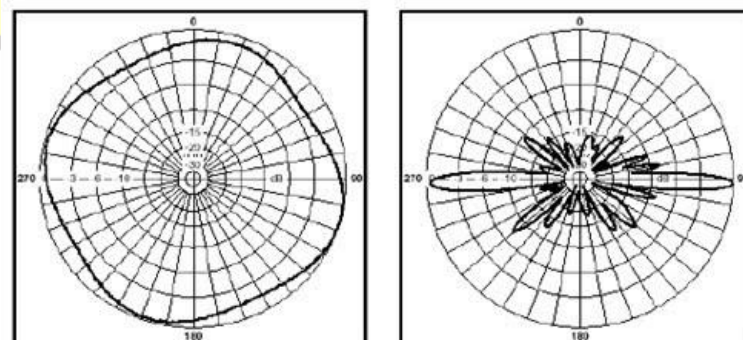


Gambar 7.1 Bentuk Pola Radiasi Antena *Unidirectional*

(Sumber : Surjati I, 2010)

B.2.2 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° jika dilihat pada bidang medan magnetnya.



Gambar 7.2 Bentuk Pola Radiasi Antena Omnidirectional

(Sumber : Surjati I, 2010)

Pengukuran antenna yang baik adalah pada daerah medan jauh antenna dan kondisi ruangan yang bebas dari pantulan. Hal ini bertujuan agar antenna tidak terpengaruh oleh adanya medan-medan yang berada di sekelilingnya.

Sesuai dengan syarat pengukuran medan jauh maka dilakukan pengukuran dengan persamaan berikut :

$$R \geq \frac{2D^2}{\lambda}$$

Dimana :

R = Jarak antenna pemancar dan antenna penerima (m)

D = Ukuran terpanjang dimensi antenna (m)

λ = Panjang Gelombang frekuensi (m)

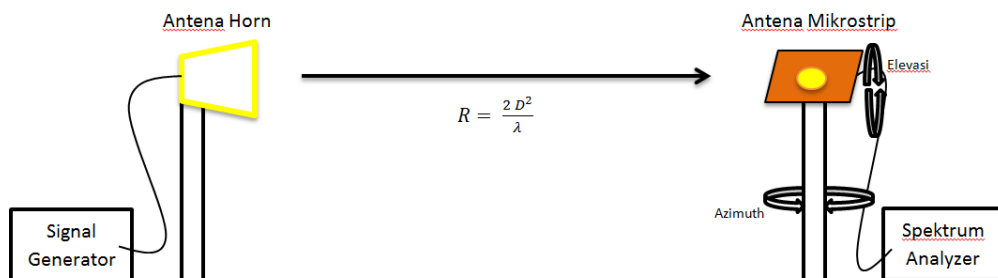
C. Perangkat / Alat – Alat yang digunakan

- 1.1 buah Signal Generator
- 2.1 buah Spectrum Analyzer
- 3.1 buah Antena referensi
- 4.1 buah antenna AUT
5. Kabel – kabel dan konektor – konektor.

D. Prosedur Pengukuran Polaradiasi

D.1 Pengukuran Pola Radiasi Azimuth

1. Siapkan dan cek kondisi peralatan yang akan digunakan.
2. Siapkan konfigurasi peralatan praktikum seperti gambar berikut:

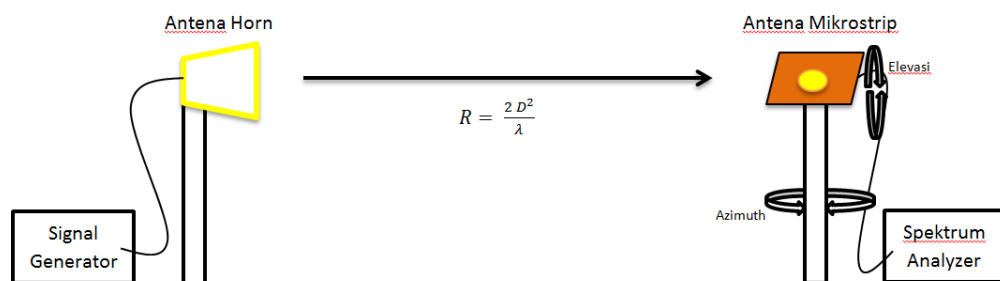


3. Pasang Antena Penerima dengan kondisi horizontal

4. Hubungkan Antena Penerima dengan spectrum analyzer, lalu antena pengirim ke signal generator.
5. Pada Spectrum Analyzer dan Signal Generator atur frekuensi sesuai dengan frekuensi antena yang diukur
6. Setelah konfigurasi peralatan terbentuk, tanyakan ke instruktur untuk mengecek kebenaran dari konfigurasi peralatan yang telah dibangun oleh praktikan.
7. Putar antena penerima secara azimuth tiap 10° , dari 0° sampai 360°
8. Catat daya terima yang terbaca di Spectrum Analyzer.
9. Kemudian ulangi langkah point ketujuh untuk mendapatkan hasil 2 kali pengukuran secara azimuth

D.2 Pengukuran Polaradiasi Elevasi

1. Siapkan dan cek kondisi peralatan yang akan digunakan.
2. Siapkan konfigurasi peralatan praktikum seperti gambar berikut:



3. Pasang Antena Penerima dengan kondisi vertikal
4. Hubungkan Antena Penerima dengan spectrum analyzer, lalu antena pengirim ke signal generator.
5. Pada Spectrum Analyzer dan Signal Generator atur frekuensi sesuai dengan frekuensi antena yang diukur
6. Setelah konfigurasi peralatan terbentuk, tanyakan ke instruktur untuk mengecek kebenaran dari konfigurasi peralatan yang telah dibangun oleh praktikan.
7. Putar antena penerima secara elevasi tiap 10° , dari 0° sampai 360°

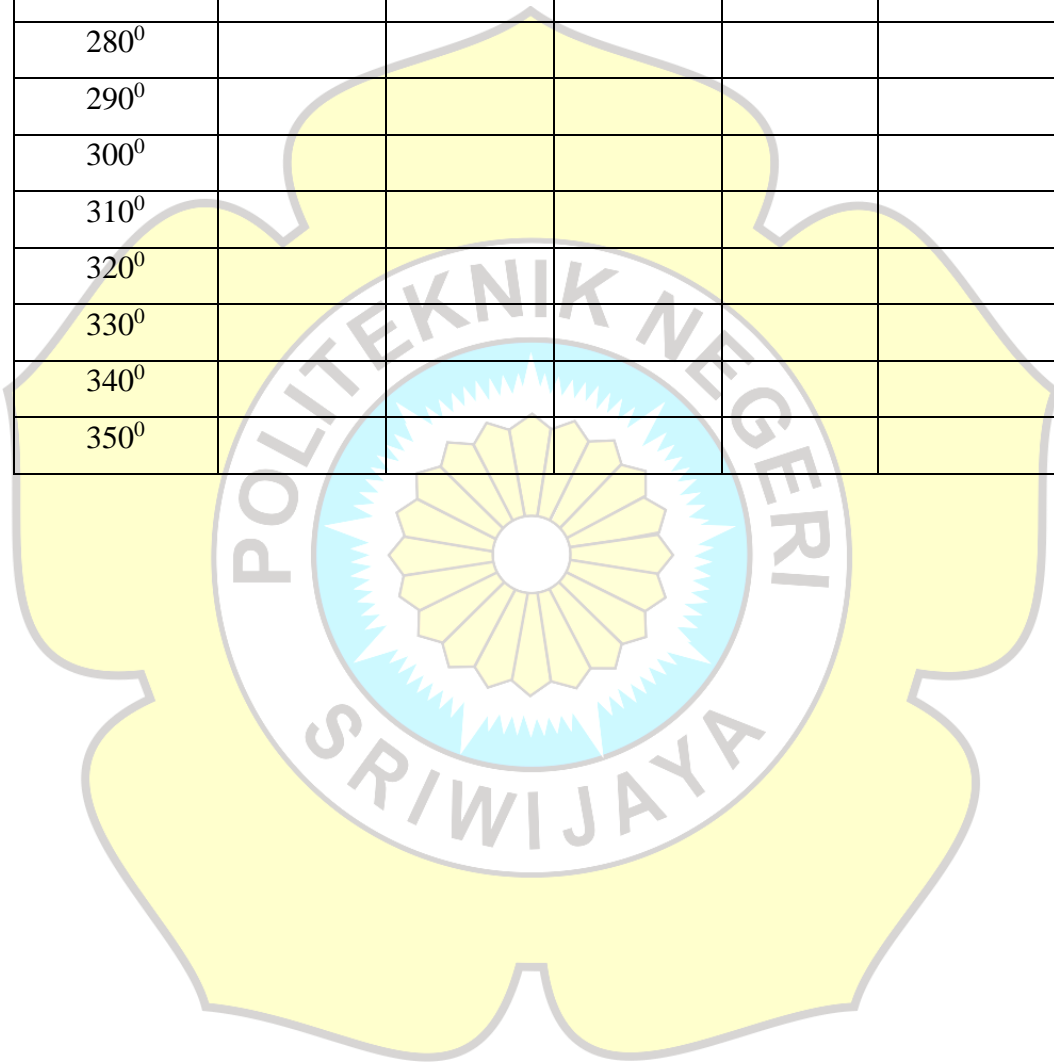
8. Catat daya terima yang terbaca di Spectrum Analyzer.
9. Kemudian ulangi langkah point ketujuh untuk mendapatkan hasil 2 kali pengukuran secara elevasi

E. Data Hasil Pengukuran

Antena

Sudut	Azhimut		Elevasi		Rata-Rata
	S1	S2	S1	S2	
0 ⁰					
10 ⁰					
20 ⁰					
30 ⁰					
40 ⁰					
50 ⁰					
60 ⁰					
70 ⁰					
80 ⁰					
90 ⁰					
100 ⁰					
110 ⁰					
120 ⁰					
130 ⁰					
140 ⁰					
150 ⁰					
160 ⁰					
170 ⁰					
180 ⁰					
190 ⁰					
200 ⁰					
210 ⁰					

220 ⁰					
230 ⁰					
240 ⁰					
250 ⁰					
260 ⁰					
270 ⁰					
280 ⁰					
290 ⁰					
300 ⁰					
310 ⁰					
320 ⁰					
330 ⁰					
340 ⁰					
350 ⁰					



JOB VIII

PENGUKURAN POLARISASI HASIL DESAIN

A. Tujuan

1. Mengetahui / memahami cara pengukuran polarisasi antena hasil desain
2. Mampu melakukan pengukuran polarisasi antena hasil desain
3. Memahami dan mampu menghitung polarisasi dari data pengukuran yang diperoleh dari antena hasil desain

B. Dasar Teori

B.1 Antena Standar

Antena standar merupakan antena pabrikan/ antenna yang di buat di pabrik yang telah melalui pengujian laboratorium dan bisa digunakan sebagai referensi untuk mengukur antenna-antenna praktis hasil desain.

B.2 Antena Mikrostrip Hasil Desain

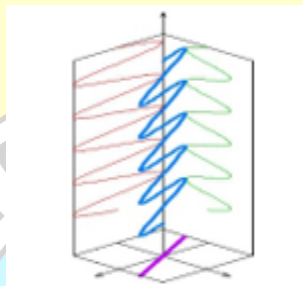
Antena mikrostrip sebelumnya di buat pada job V. untuk mengetahui kualitas antenna yang di buat maka antenna perlu di ukur. Salah satu parameter yang di ukur adalah polarisasi. Hasil pengukuran gain tersebut dibandingkan dengan polarisasi antenna standar .

Polarisasi antena adalah polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan oleh antena. Jika arah tidak ditentukan maka polarisasi merupakan polarisasi pada arah *gain* maksimum. Pada praktiknya, polarisasi dari energi yang teradiasi bervariasi dengan arah dari tengah antena, sehingga bagian lain dari pola radiasi mempunyai polarisasi yang berbeda.

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

Polarisasi dapat diklasifikasikan sebagai *linear* (linier), *circular* (melingkar), atau *elliptical* (elips). Polarisasi linier terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik di ruang memiliki vektor medan elektrik (atau magnet) pada titik tersebut selalu berorientasi pada garis lurus yang sama pada setiap waktu. Hal ini dapat terjadi jika vektor (elektrik maupun magnet) memenuhi. (Sumber : Surjati I, 2010)

- a. hanya ada satu komponen, atau
- b. komponen yang saling tegak lurus secara linier yang berada pada perbedaan fasa waktu atau 180^0 atau kelipatannya



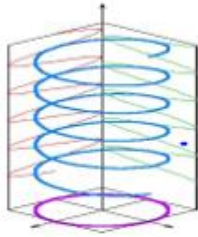
Gambar 8.1 Polarisasi linier

(Sumber : Surjati I, 2010)

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 linier
- b. Kedua komponen tersebut harus mempunyai magnitudo yang sama
- c. Kedua komponen tersebut harus memiliki perbedaan fasa waktu pada kelipatan ganjil 90^0 .

Polarisasi melingkar dibagi menjadi dua, yaitu *Left Hand Circular Polarization (LHCP)* dan *Right Hand Circular Polarization (RHCP)*. *LHCP* terjadi ketika $d = +p / 2$, sebaliknya *RHCP* terjadi ketika $d = -p / 2$. (Sumber : Surjati I, 2010)

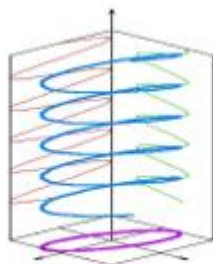


Gambar 8.2 Polarisasi melingkar

(Sumber : Surjati I, 2010)

Polarisasi elips terjadi ketika gelombang yang berubah menurut waktu memiliki vektor medan (elektrik atau magnet) berada pada jalur kedudukan elips pada ruang. Kondisi yang harus dipenuhi untuk mendapatkan polarisasi ini adalah :

- a. Medan harus mempunyai dua komponen linier ortogonal
- b. Kedua komponen tersebut harus berada pada magnitudo yang sama atau berbeda
- c. Jika kedua komponen tersebut tidak berada pada magnitudo yang sama, perbedaan fasa waktu antara kedua komponen tersebut harus tidak bernilai 0° atau kelipatan 180° (karena akan menjadi linier). Jika kedua komponen berada pada magnitudo yang sama maka perbedaan fasa di antara kedua komponen tersebut harus tidak merupakan kelipatan ganjil dari 90° (karena akan menjadi lingkaran). (Sumber : Surjati I, 2010)



Gambar 8.3 Polarisasi Elips

(Sumber : Surjati I, 2010)

Pengukuran antenna yang baik adalah pada daerah medan jauh antenna dan kondisi ruangan yang bebas dari pantulan. Hal ini bertujuan agar antenna tidak terpengaruh oleh adanya medan-medan yang berada di sekelilingnya.

Sesuai dengan syarat pengukuran medan jauh maka dilakukan pengukuran dengan persamaan berikut :

$$R \geq \frac{2D^2}{\lambda}$$

Dimana :

R = Jarak antenna pemancar dan antenna penerima (m)

D = Ukuran terpanjang dimensi antenna (m)

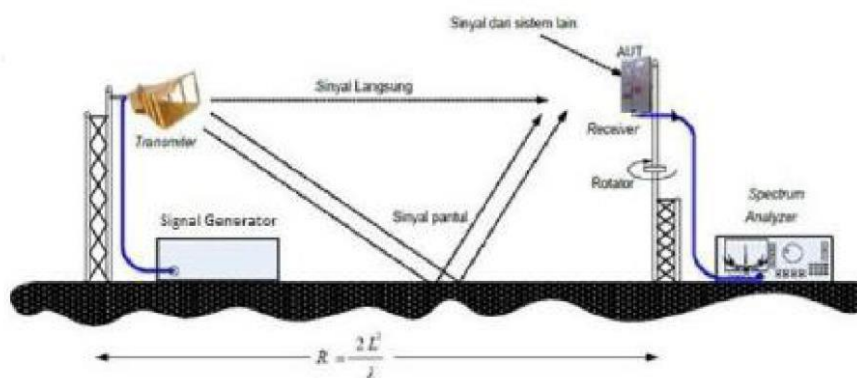
λ = Panjang Gelombang frekuensi (m)

C. Perangkat / Alat – Alat Yang Digunakan

1. 1 buah Signal Generator
2. 1 buah Spectrum Analyzer
3. 1 buah Antena referensi
4. 1 buah antenna AUT
5. Kabel – kabel dan konektor – konektor.

D. Prosedur Pengukuran Polarisasi

1. Siapkan dan cek kondisi peralatan praktikum yang akan digunakan.
2. Buatlah rangkaian seperti gambar berikut



3. Atur jarak minimal medan jauh antara antenna pengirim dan penerima sesuai dengan rumus medan jauh.
4. Sambungkan *signal generator* dan antenna TX menggunakan kabel probe

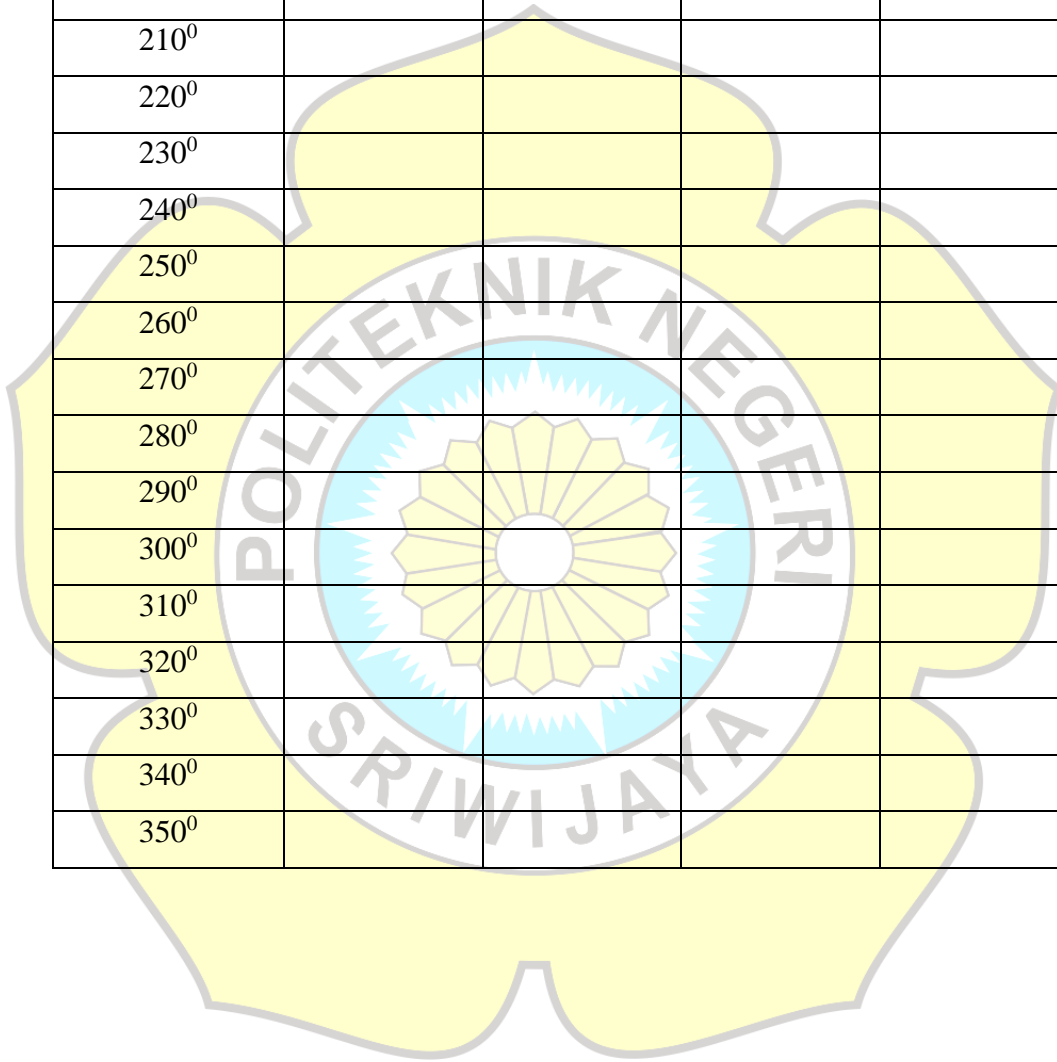
5. Atur *signal generator* sesuai dengan frekuensi kerja antenna yang akan diukur
6. Sambungkan antenna Rx dengan *Spectrum Analyzer* menggunakan kabel probe dan nyalakan *Spectrum Analyzer*.
7. Atur antenna sehingga 0^0 busur menghadap/mengarah sejajar dengan antenna pemancar.
8. Putar antenna setiap 10^0 , dari 0^0 sampai 360^0
9. Catat level daya terima yang tampak pada *Spectrum Analyzer* sesuai dengan sudut yang diputar.
10. Analisis nilai *axial ratio* dari data hasil pengukuran

E. Data Hasil Pengukuran

Antena

Sudut	Pembacaan Spectrum Analyzer			Rata-Rata
	S1	S2	S3	
0^0				
10^0				
20^0				
30^0				
40^0				
50^0				
60^0				
70^0				
80^0				
90^0				
100^0				
110^0				
120^0				
130^0				
140^0				

150 ⁰				
160 ⁰				
170 ⁰				
180 ⁰				
190 ⁰				
200 ⁰				
210 ⁰				
220 ⁰				
230 ⁰				
240 ⁰				
250 ⁰				
260 ⁰				
270 ⁰				
280 ⁰				
290 ⁰				
300 ⁰				
310 ⁰				
320 ⁰				
330 ⁰				
340 ⁰				
350 ⁰				



JOB IX
PENGUKURAN RETURN LOSS, BANDWIDTH, VSWR, DAN IMPEDANSI
ANTENA HASIL DESAIN

A. Tujuan

1. Mengetahui / memahami cara pengukuran *return loss*, *bandwidth*, VSWR, dan impedansi antena hasil desain
2. Mampu melakukan pengukuran *return loss*, *bandwidth*, VSWR, dan impedansi antena hasil desain
3. Memahami dan mampu menganalisa hasil dari pengukuran *return loss*, *bandwidth*, VSWR, dan impedansi antena

B. Dasar Teori

B.1 Antena Standar

Antena standar merupakan antena pabrikan/ antenna yang di buat di pabrik yang telah melalui pengujian laboratorium dan bisa digunakan sebagai referensi untuk mengukur antenna-antena praktis hasil desain.

B.2 Antena Mikrostrip Hasil Desain

Antena mikrostrip sebelumnya di buat pada job V. untuk mengetahui kualitas antenna yang di buat maka antenna perlu di ukur. Salah satu parameter yang di ukur adalah *return loss*, *bandwidth*, VSWR, dan impedansi. Hasil pengukura *return loss*, *bandwidth*, VSWR, dan impedansi tersebut dibandingkan dengan *return loss*, *bandwidth*, VSWR, dan impedansi standar .

B.3 Return Loss

Return Loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return Loss* digambarkan sebagai peningkatan amplitudo dari gelombang yang direfleksikan (V_0^-) dibanding dengan gelombang yang dikirim (V_0^+). *Return Loss* dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi

masukannya (antena). Pada rangkaian gelombang mikro yang memiliki diskontinuitas (*mismatched*), besarnya *return loss* bervariasi tergantung pada frekuensi. (Surjati I, 2010)

$$\Gamma = \frac{V_o^-}{V_o^+} = \frac{Z_L - Z_o}{Z_L + Z_o} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

Dimana : Γ_L = Koefisien refleksi tegangan

V_o^- = Tegangan yang direfleksikan (Volt)

V_o^+ = Tegangan yang dikirimkan (Volt)

Z_L = Impedansi beban atau load (Ohm)

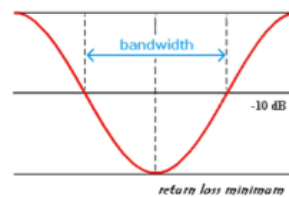
Z_o = Impedansi karakteristik (Ohm)

$$Return\ loss = 20 \log_{10} |\Gamma|$$

Dengan menggunakan nilai $VSWR \leq 2$ maka diperoleh nilai *return loss* yang dibutuhkan adalah di bawah -9,5 dB. Dengan nilai ini, dapat dikatakan bahwa nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan atau dengan kata lain, saluran transmisi sudah dapat dianggap *matching*. Nilai parameter ini dapat menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah antena sudah mampu bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak.

B.4 Bandwidth

Bandwidth suatu antena didefinisikan sebagai rentang frekuensi di mana kinerja antena yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, *VSWR*, *return loss*, *axial ratio*) memenuhi spesifikasi standar. (Surjati I, 2010)



Gambar 9.1 Rentang frekuensi yang menjadi *bandwidth*

Bandwidth dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini. (Surjati I, 2010)

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\%$$

Dimana : f_2 = frekuensi tertinggi

f_1 = frekuensi terendah

f_c = frekuensi tengah

Dengan f_r dirumuskan :

$$f_r = \frac{(f_2 - f_1)}{2}$$

Dimana : f_r = Frekuensi resonansi (Hz)

f_2 = Frekuensi maksimum (Hz)

f_1 = Frekuensi minimum (Hz)

BW = Bandwidth (Ghz)

Ada beberapa jenis *bandwidth* di antaranya:

- a. *Impedance bandwidth*, yaitu rentang frekuensi di mana *patch* antena berada pada keadaan *matching* dengan saluran pencatu. Hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antena bervariasi nilainya tergantung dari nilai frekuensi. Nilai *matching* ini dapat dilihat dari *return loss* dan VSWR. Pada umumnya nilai *return loss* dan VSWR yang masih dianggap baik masing-masing adalah kurang dari -9,54 dB dan 2.
- b. *Pattern bandwidth*, yaitu rentang frekuensi di mana *beamwidth*, *sidelobe*, atau *gain*, yang bervariasi menurut frekuensi memenuhi nilai tertentu. Nilai tersebut harus ditentukan pada awal perancangan antena agar nilai *bandwidth* dapat dicari.
- c. *Polarization* atau *axial ratio bandwidth* adalah rentang frekuensi di mana polarisasi (linier atau melingkar) masih terjadi. Nilai *axial ratio* untuk polarisasi melingkar adalah kurang dari 3 dB.

B.5 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). (*Surjati I, 2010*)

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

Dimana : Γ_L = Koefisien refleksi tegangan

V_0^- = Tegangan yang direfleksikan (Volt)

V_0^+ = Tegangan yang dikirimkan (Volt)

Z_L = Impedansi beban atau load (Ohm)

Z_0 = Impedansi karakteristik (Ohm)

Dimana Z_L adalah impedansi beban (*load*) dan Z_0 adalah impedansi saluran *lossless*. Koefisien refleksi tegangan (Γ) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari Γ adalah nol, maka :

- $\Gamma = -1$: 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.

Sedangkan rumus untuk mencari nilai VSWR adalah;

$$S = \frac{|\tilde{V}|_{\max}}{|\tilde{V}|_{\min}} = \frac{1 + |\tau|}{1 - |\tau|}$$

Kondisi yang paling 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. Pada umumnya nilai VSWR yang dianggap masih baik adalah $VSWR \leq 2$. (*Surjati I, 2010*)

B.6 Input Impedance

Sebuah impedansi yang masuk ke terminal antenna yang dikondisikan dalam keadaan seimbang dengan impedansi karakteristik dari saluran transmisi. Impedansi input dinyatakan dalam persamaan:

$$Z_{in} = Z_0 \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma}$$

Dimana : Z_{in} = Impedansi input terminal (Ω)

Z_0 = Impedansi karakteristik dari antenna (Ω)

Γ = Koefisien refleksi

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

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

Dimana : Z_{in} = Impedansi Input

R_{in} = Resistansi Input

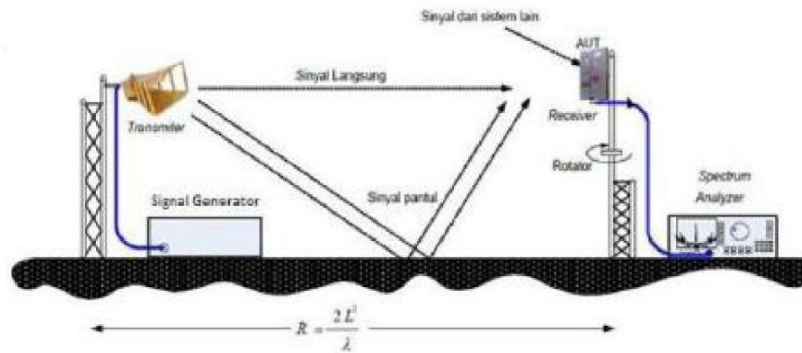
Daya real (R_{in}) merupakan komponen yang diharapkan, yakni menggambarkan banyaknya daya yang hilang melalui radiasi, sementara komponen imajiner (X_{in}) menunjukkan reaktansi dari antenna dan daya yang tersimpan pada medan dekat antenna.

C. Perangkat / Alat – Alat yang digunakan

1. *Network Analyzer* dengan type Advantest R3770 *Network Analyzer* 300 KHz – 20 GHz
2. 1 buah antenna AUT (*Triangular Patch* frekuensi 5.6 GHz)
3. Kabel – kabel dan konektor – konektor.

D. Prosedur Pengukuran Gain

1. Siapkan dan cek kondisi peralatan praktikum yang akan digunakan
2. Buatlah rangkaian seperti gambar berikut



3. Pada probe 50Ω pada input NA (probe 1)
4. Lakukan kalibrasi pada NA dengan menggunakan *calibration kit*.
Lakukan kalibrasi hingga mendapatkan hasil yang baik, yaitu memenuhi kriteria $SWR = \infty$ saat beban dilepas, $SWR = 1$ saat beban dipasang 50Ω , dan *Return Loss* mendekati 0. Kalibrasi dimaksudkan agar alat ukur menjadi netral dan hasil pengukuran akan menjadi lebih akurat.
5. Setelah kalibrasi selesai, hubungkan konektor input pada antena yang akan diukur (AUT) dengan probe 1 yang terpasang di NA.
6. Masukkan nilai frekuensi kerja yang diinginkan, tekan *START* untuk frekuensi awal pada antena ini menggunakan 4 GHz dan tekan *STOP* untuk frekuensi akhir 6 GHz.
7. Tampilkan parameter yang ingin diketahui melalui tombol *FORMAT*, kemudian capture tampilan yang dihasilkan.
8. Lalu pilih parameter satu persatu, tekan tombol *SWR* untuk menampilkan grafik *SWR* terhadap frekuensi kerjanya, tombol *Smithchart* untuk menampilkan besar impedansi pada frekuensi kerjanya.
9. Tekan tombol marker untuk melihat *bandwidth* pada grafik *SWR*. Gunakan 3 buah marker untuk melihat *bandwidth*, yaitu pada frekuensi yang menghasilkan nilai impedansi 50Ω dan difrekuensi kerja antena (5.6 GHz).
10. Kemudian *capture* hasil tampilan NA sehingga didapat grafik hasil pengukuran *VSWR* dan *bandwidth*.

E. DATA HASIL PENGUKURAN

Return Loss

Antena	Spesifikasi Kebutuhan	Hasil Pengukuran
Antena	< -10	

Bandwith

Antena	Hasil Pengukuran
Antena	

VSWR

Antena	Spesifikasi Kebutuhan	Hasil Pengukuran
Antena	< 2	

Impedansi Antena

Antena	Spesifikasi Kebutuhan	Hasil Pengukuran
Antena	50Ω	