DASAR TEORI

1. Antena

Antena merupakan suatuu piranti transisi antara saluran transmisi dengan ruang bebas dan sebaliknya. Antena terbuat dari bahan logam yang berbentuk batang ataukawat 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

Antenna microstrip 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 microstrip, antena microstrip dapat di bedekan 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 sautu antena itu dapat memiliki perfomasi yang baik, maka memiliki karakteristik atau acuan. Acuan ini disebut sebagai parameter antena. Paremter ini menentukan dan memberikan standar bila suatu antena dapat berkerja dengan baik. Terdapat dua paramter 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 antena yang pengukuran antena 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 :

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

Dimana : R = Jarak antenna pemancar dan antenna penerima (m)

D = Ukuran terpanjang dimensi antena (m)

 $\lambda = Pajang Gelombang frekuensi (m)$

JOB I

PENGUKURAN GAIN ANTENA

A. Tujuan

- 1. Mengetahui / memahami cara pengukuran gain antena.
- 2. Mengetahui besaran gain antena.
- 3. Mampu melakukan pengukuran gain antena
- 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 antena AUT
- 5. Kabel kabel dan konektor konektor.

C. Teori Pendukung

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

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.

1. Metode Pengukuran Gain

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

1.1 Metode Antena Identik

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

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

Dengan *R* adalah jarak antar antena 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.

$$GAUT = P1 (Rx) - P2 (Tx) + Prfg$$

Dengan :

GAUT : Gain antena yang diuji

P1 (Rx) : Level daya saat AUT menjadi penerima

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

Pref : 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) + Prfg

Sudut	Pembaca	an Spectrum A	Analyzer	Rata-Rata
	S 1	S2	S 3	Gain
00				
100				
200		TA		
30 ⁰				
40 ⁰			21	
50 ⁰				
60 ⁰				
700	S			
80 ⁰	7/1	VI IA		
90 ⁰		131		
100 ⁰				
1100		Л		
1200				
1300				
1400				
1500				
1600				
1700				
1800				

E. Data Hasil Pengukruan





WIJ

A. Tujuan

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

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.



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 azimut.

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°

SPIWIJA

- 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	
00							
100							
20^{0}							
300							
40^{0}							
50^{0}							

<u>^</u>			1			
60^{0}						
70^{0}						
800						
900						
100 ⁰						
1100						
1200						
130 ⁰						
140 ⁰	(
150 ⁰						
160 ⁰			N	K		
170 ⁰						
180 ⁰						
190 ⁰	N		K			
2000	O	E /	<u> </u>			
2100			X			
220 ⁰		N N	\mathbb{Z}/\mathbb{A}			
2300			40			
2400	(<u>S </u>				
250°		γ	1/1	14		
2600				5.		
270						
280°						
290°						
300°						
310° 220 ⁰						
320°						
240 ⁰						
2500						
330°						



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

Tabel 1.1 Jenis-Jenis Polarisasi

SPIW

POLARISASI	AXIAL RATIO	Besar Sudut	Em1 = Em2
Polarisasi Linier	AR = 40 dB	$\phi = 0^{\circ}$	V
Polarisasi Elips	$3 \mathrm{dB} = \mathrm{AR} < 40 \mathrm{dB}.$	$0^\circ < \phi < 90^\circ$	-
Polarisasi Sirkular	0 dB = AR < 3 dB.	$\phi = 90^{\circ}$	V

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



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 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. Atur antena sehingga 0^0 busur menghadap/mengarah sejajar dengan antena pemancar.

- 8. Putar antena setiap 10^0 , dari 0^0 sampai 350^0
- 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

Sudut	Pembaca	an Spectrum A	Analyzer	Rata-Rata
	S1	S2	S 3	
00				
100				
20 ⁰				
30 ⁰				
40^{0}				
50 ⁰				
60 ⁰				
70°			R	
80 ⁰				
90 ⁰				
100 ⁰	3			
1100	P			
120 ⁰		VIJC		
130 ⁰				
140 ⁰		-		
1500				
1600				
1700				
1800				
1900				
2000				
210^{0}				

E. Data Hasil Pengukuran



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 dipantukan 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. Bandwdith berkaitan dengan nilai VSWR dan frekuensi. Nilai bandwidth dapat diperloleh dari rentang frekuensi dengan memperhatikan batasan maksimum VSWRnya.



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

Bandwidth dapat dinyatakan dalam *norrow band* dan *broad band*. Jika dalam norrow 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 antena dengan saluran transmisi akan mempengaruhi transfer daya yang akan dipancarkan oleh antena.

Untuk memaksimalkan perpindahan daya dari antena ke penerima, maka impedansi antena 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:

$$\Gamma = \frac{Za - Z0}{Za + Z0}$$

Dimana Za adalah impedansi antena dan Zo 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 Analyzer*nya 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 antena yang akan diukur (AUT) dengan probe 1 yang terpasang di NA.
- 4. Masukkan nilai frekuensi kerja yang diinginkan, tekan *START* untuk frekuensi awal pada antena 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

A. Tujuan

- 1. Mampu menganalisa dalam perancagan 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:

Dengan : W : Lebar konduktor

Er : Konstanta dielektrik

- C : Kecepatan cahaya di ruang bebas (3 x 10⁸ m//s)
- *Fr* : Frekuensi kerja antena

Selanjutnya untuk menghitung panjang patch dengan rumus:

$$\varepsilon_{\text{reff}} = \frac{\varepsilon_{r+1}}{2} + \frac{\varepsilon_{r-1}}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1+12\frac{h}{W}}} \right]$$

Г

٦

Dengan : \mathcal{E}_{reff} : Konstanta elektrik

h : Tebal substrat (1,6)

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

$$Lp = \frac{c}{2 f_0 \sqrt{\varepsilon_{reff}}} -0.824h \frac{(\varepsilon_{reff+0,3})(\frac{W}{h}+0.264)}{(\varepsilon_{reff-0.258})(\frac{W}{h}+0.8)}$$

B. Bagian Groundplane

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

Lg = 6h + LpDan

Wg = 6h + Wp

Dimana : Lg : Panjang groundplane

Wg : Lebar groundplane

C. Bagian Lebar Pencatu

Untuk menentukan panjang (Lf) dan lebar(Wp) pencatu akan di buat dengan rumus:

 $Lf = \frac{Wp}{2}$

Dimana Lf : Panjang pencatu

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

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

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

Dan,

Dimana : Z_{0 :} Impedansi

B : Induktansi

Sehingga di dapat nilai Wf dengan rumus:

Wf =
$$\frac{2h}{\pi}$$
 { B-1-ln (2B-1 + $\frac{\varepsilon_r - 1}{2\varepsilon_r}$ [ln (B-1) + 0.39 - $\frac{0.61}{\varepsilon_r}$]}

2. Simulasi dengan softwere 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.

I de la d	access	Paste Paste shortcut	Delete Rename	Properties * History	
Terrentia in the second sec	د 4 ک د ۸	lipboard 0	rganize New Suite 2016 SP1 www.	Open Select	as Ba Saarch (ST Storfer Sei
Cambar 5.1 Tampilan Folder penyimpanan CST Studio Suite 2016 (Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016) Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara de clik.		Name	Date modified Type	Size .	
Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST <i>Studio Suite</i> dengan cara do cik.	✓	CST Studio Suite 2016 SP1	6/30/2018 5:30 PM File fo	lder	
Image: Second	Downloads	Download.ir	9/29/2013 5:26 PM Intern 2/12/2016 5:21 PM Intern	et Shortcut 1 KB	
Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST <i>Studio Suite</i> dengan cara do cik.	🟦 Documents	s 🧳 📄 Readme	4/17/2016 12:18 PM Text D	locument 5 KB	
Terretained in the second of the second o	Pictures	A Shop.Download.ir	9/29/2013 5:25 PM Intern	et Shortcut 1 KB	
International descent and the second desce	BAHAN	st istorial €	2/13/2016 5:22 PM Intern 9/22/2016 9:40 PM Text D	et Shortcut I KB locument I KB	
Sector	Bismillah L/	A			
Image: Second	data				
Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara de clik.	new .				No preview available.
Image: Second	> 🐔 OneDrive				
Cambar 5.1 Tampilan Folder penyimpanan CST Studio Suite2016 (Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016) 2. Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara de clik.	This PC				
Image: selection of the se	> 🥏 Network				
Gambar 5.1 Tampilan Folder penyimpanan CST Studio Suite2016 (sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016) 3. Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala widows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara de clik.					
Cambar 5.1 Tampilan Folder penyimpanan CST Studio Suite2016 (Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016) 3. Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara do clik.					
Cambar 5.1 Tampilan Folder penyimpanan CST Studio Suite2016 (Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016) 3. Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala widows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara do clik.					
Cambar 5.1 Tampilan Folder penyimpanan CST Studio Suite2016 (sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016) 3. Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara de clik.					
Gambar 5.1 Tampilan Folder penyimpanan CST Studio Suite2016 (Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016) 2. Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara do clik. Image: Comparison of the substance of the substanc	73				
Cambar 5.1 Tampilan Folder penyimpanan CST Studio Suite2016 (Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016) Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara do clik.		a have to consch			-8 - m • do 54
Gambar 5.1 Tampilan Folder penyimpanan CST Studio Suite2016. (sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2018) Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara do tok.		e nere to scaren			A
Gambar 5.1 Tampilan Folder penyimpanan CST Studio Suite2016 (Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016) Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara do clik.					
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016) 3. Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST <i>Studio Suite</i> dengan cara de clik.	ampar 5	.1 Lampila	n Folder per	iyimpanan CS	1 Stualo Sulle 2010
(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016) 2. Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST <i>Studio Suite</i> dengan cara de <i>clik.</i>					
Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara de clik.		(Sumber	· Anlikasi CS	T Studio Suite 20)16)
2. Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala ukan tampilan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala ukan tampilan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala ukan tampilan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala tampilan tampilan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala tampilan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala tampilan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala tampilan tampilan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala tampilan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala tampilan tampilan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala tampilan tampilan tampilan tampilan seperti dibawah tampilan tampilan tampilan tampilan seperti dibawah tampilan		(Dufficer	. i iplikubi CD	i bludio buite 20	,10)
2. Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala undows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara de trib.					
2. Selanjutnya akan tampilan tampilan seperti dibawah ini, jala windows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara de clik.					
2. Scrangentry a akan tampinar tampinar sepert dioawar in, jaa windows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara de clik. Image: I					
windows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara de clik.	Selani	iutnya akan	tampilan t	amnilan senert	i dihawah ini iala
windows instraller pada folder CST Studio Suite dengan cara de clik.	Selanj	jutnya akan	tampilan ta	ampilan sepert	i dibaw <mark>ah ini, jala</mark>
clik.	Selanj	jutnya akan	tampilan ta	ampilan sepert	i dibawah ini, jala
clik. Image: State	Selanj windo	jutnya akan ws instralle	tampilan ta r pada folde	ampilan sepert	i dibawah ini, jala Suite dengan cara da
Image: State State Image: State Image: State St	Selanj windo	jutnya akan ws instralle	ta <mark>mpilan ta</mark> r pada folde	ampilan sepert r CST <i>Studio</i> S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
Image:	Selanj windo	jutnya akan ws instralle	ta <mark>mpilan t</mark> an r pada folde	ampilan sepert	i dibawah ini, jala Suite d <mark>engan</mark> cara <i>de</i>
Image: Series Image: Series<	Selanj windo <i>clik</i> .	jutnya akan ws instralle	tampilan tan r pada folde	ampilan sepert	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
Image: Construction Image: Construction<	Selanj windo <i>clik</i> .	jutnya akan ws instralle	ta <mark>mpilan t</mark> r pada folde	r CST <i>Studio</i> S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
Protectors Construction District construction District construction District construction District construction Construction Protectors Protectors District construction Districonstruction District constr	Selanj windo <i>clik</i> .	jutnya akan ws instralle	ta <mark>mpilan t</mark> er pada folde	ampilan sepert	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
Tartes Parts stanting Topics Parts	Selanj windo clik.	jutnya akan ws instralle	tampilan tan pada folde	r CST <i>Studio</i> S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
Image: Solution of the second solutio	Selanj	jutnya akan ws instralle	tampilan ta or pada folde	r CST <i>Studio</i> S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
✓ Outs Data Data Configuration stati. 2 28 0000 © Docksong © © Docksong © © © Docksong © © Docksong Ø Ø © Docksong © © Docksong Ø Ø © Docksong © © Docksong Ø Ø © Docksong Ø Ø Ø Ø Ø © Docksong Ø Ø Ø Ø Ø © Docksong Ø Ø Ø Ø Ø Ø Docksong Ø Ø	Selanj windo clik.	utnya akan ws instralle	tampilan ta or pada folde	r CST Studio S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
• Models construction Boddy An1022016 5.09 AMX Configuration tett. 22 88 Models installer 1022016 Models Mode	Selanj windo clik.	wrs instralle	tampilan ta or pada folde	r CST Studio S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
□ Deaking * @ C151000 SUTL2016 4/10/2018 Notability 10,221 Notability ● Deaking * @ Deaking * @ Deaking * 10,221 Notability ● Deaking * @ Deaking * @ Deaking * # 10,221 Notability * #	Selanj windo clik.	ws instralle	tampilan ta r pada folde	ampilan sepert r CST Studio S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
• Destrict • Osc • Osc • Destrict • Osc	Selanj windo clik.	ws instralle	tampilan ta or pada folde	r CST Studio S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
Portures	Selanj windo clik.	ws instralle	tampilan ta or pada folde	ampilan sepert r CST Studio S CST S CST Studio S CST S CST Studio S CST S S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
DATA (D) ■ Desit = V102005 b17754 WoldMit Archive = C02005 ■ BAHAN ■ Desit = V102005 b17754 WoldMit Archive = C02005 ■ Bandi = V102005 b14754 WoldMit Archive = C02005 = K44355 ■ Bandi = V102005 b14744 WoldMit Archive = K44355 = K44355 ■ Bandi = V102005 b14744 WoldMit Archive = K44355 = K44355 ■ Bandi = V102005 b12444 WoldMit Archive = K44355 = K44355 ■ Bandi = V102005 b12444 WoldMit Archive = K44355 = K44355 ■ Dadi1 = V102005 b12444 WoldMit Archive > S23756 = S3336 ■ Dadi1 = V102005 b12444 WoldMit Archive > 22,0596 = Select a file to preview. > ■ This PC ■ Dadi1 = V102005 b12444 WoldMit Archive > 22,059.00 = Select a file to preview. > ■ This PC ■ Dadi1 = V102005 b124444 WoldMit Archive > 26,050.00 = Select a file to preview. > ■ This PC ■ Dadi1 = V102015 b124444 WoldMit Archive <td>Selanj windo clik.</td> <td>ws instralle</td> <td>tampilan ta or pada folde</td> <td>ampilan sepert r CST Studio S Corr Statistic Corr Sectors Corr Sectors Corr Sectors Corr Sectors Corr Sectors Corr Sectors Sectors Corr Sectors S</td> <td>i dibawah ini, jala Suite dengan cara de</td>	Selanj windo clik.	ws instralle	tampilan ta or pada folde	ampilan sepert r CST Studio S Corr Statistic Corr Sectors Corr Sectors Corr Sectors Corr Sectors Corr Sectors Corr Sectors Sectors Corr Sectors S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
BAHAN Buds AnnO2008 LAIPM WorkBattenhow 444.05 30.0 Bomble LA Buds AnnO2008 LAIPM WorkBattenhow 444.05 30.0 Bomble LA Buds AnnO2008 LAIPM WorkBattenhow 471.04 00.0 data Buds AnnO2008 LAIPM WorkBattenhow 471.04 00.0 mem Buds1 AnnO2008 10.00 MM WorkBattenhow 202.09 00.0 Solestat Solestat mem Buds1 AnnO2008 10.12 MM WorkBattenhow 202.09 00.0 Solestat Solestat AnnO2008 10.12 MM WorkBattenhow 200.00 0.0 Solestat Solestat Solestat AnnO2008 10.12 MM WorkBattenhow 200.00.0	Selanj windo clik.	ws instralle	tampilan ta or pada folde r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde	ampilan sepert r CST Studio S r CST S r CST Studio S r CST S r	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
Bimilia (adda) Dutor) 4/11/2016 54.54 MW WinRAR archive 4/10,2016 Bimilia (adda) Dutor) 4/11/2016 54.54 MW WinRAR archive 4/10,2016 Dutor Dutor Dutor MinRAR archive 4/10,2016 5/2 MW Size 2/7 MW Dutor Dutor Dutor A/11/2016 54.24 MW WinRAR archive 2/2,27 MW Size 2/7 MW > Condition Dutor Dutor A/10/2016 11/2 AMW WinRAR archive 2/2,27 MW Size 2/7 MW Size 2/7 MW > The PC Dutor Dutor A/10/2016 11/2 AMW WinRAR archive 2/2,690 RU Size 2/7 MW > The PC Dutor Dutor A/10/2016 12/1 MW WinRAR archive 2/4,690 RU Size 2/7 MW Dutor Dutor A/10/2016 12/1 MW WinRAR archive 2/4,690 RU Size 2/2 MW Dutor Dutor A/10/2016 12/1 MW WinRAR archive 2/4,690 RU Size 2/2 MW Dutor A/10/2016 12/1 MW WinRAR archive 2/4,690 RU Size 2/2 RW Size 2/2 RW Dutor	Selanj windo clik.	ws instralle	tampilan ta r pada folde	ampilan sepert r CST Studio S r CST S r CST Studio S r CST S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
data Dask 4/11/2016/515/PM WinkBat wichie 20/2016/06 > ConDire Dask1 4/10/2016/512/PM WinkBat wichie 3.551 /0 > ConDire Dask1 4/10/2016/512/PM WinkBat wichie 2.52/29/8/B > The PC Dask1 4/10/2016/512/PM WinkBat wichie 6/2019 > The PC Dask1 4/10/2016/512/PM WinkBat wichie 2/2019 > Dask1 4/10/2016/512/PM WinkBat wichie 2/2019 2/2019 > Dask1 4/10/2016/512/PM WinkBat wichie 2/2019 2/0018 2/0018 Dask1 4/10/2016/512/PM WinkBat wichie 5/0018 2/0018 2/0018 Dask1 4/10/2016/512/PM WinkBat wichie <t< td=""><td>Selanj windo clik.</td><td>tutnya akan ws instralle</td><td>tampilan ta or pada folde r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde</td><td>ampilan sepert r CST Studio S Part State Part State</td><td>i dibawah ini, jala Suite dengan cara de</td></t<>	Selanj windo clik.	tutnya akan ws instralle	tampilan ta or pada folde r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde	ampilan sepert r CST Studio S Part State Part State	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
Movie Deat1 4/10/2016 1018/AM WeeRAB actives 1,53/16 > ▲ OndPrine Deat1 4/10/2016 1018/AM WeeRAB actives 22/20/91/8 Select a file to preview. > ▲ OndPrine Deat1 4/10/2016 1012/AM WeeRAB actives 25/001/8 Select a file to preview. > ▲ OndPrine Deat1 4/10/2016 1012/AM WeeRAB actives 25/001/8 > ▲ Preview Deat1 4/10/2016 1012/AM WeeRAB actives 2,669/10 > ▲ Preview Deat1 4/10/2016 1012/AM WeeRAB actives 2,064/10 ■ Deat1 4/10/2016 1012/AM WeeRAB actives 2,064/10	Selanj windo clik.	ws instralle	tampilan ta r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde	ampilan sepert r CST Studio S r CST Studio S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
> CondDive Direat 4/10/2016 112.24.44 WinRAB archive 202,097.08 > The PC Direat 4/10/2016 112.24.44 WinRAB archive 27/00 > The PC Direat 4/10/2016 112.24.44 WinRAB archive 24,604.00 > Montain Direat 4/10/2016 12.14.94 WinRAB archive 24,604.00 > Montain Direat 4/10/2016 12.14.94 WinRAB archive 24,604.00 Direat 4/10/2016 12.14.94 WinRAB archive 20,604.00 Direat 4/11/2016 70.19.94 Archive interview 20,604.00 Direat 4/11/2016 70.19.94 Archive interview 7,60	Selanj windo clik.	ws instralle	tampilan ta r pada folde r p	ampilan sepert r CST Studio S r CST S r CST Studio S r CST S r	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de
> ■ Their PC ■ DesA1 4/10/2016 51/21 PM WinRAR archive 26,450 KB > ● Personick ■ DesA1 4/10/2016 51/21 PM WinRAR archive 2,094 KB ■ DesA1 4/10/2016 51/21 PM WinRAR archive 2,094 KB ■ DesA1 4/10/2016 51/21 PM WinRAR archive 2,094 KB ■ DesA1 4/10/2016 51/21 PM WinRAR archive 2,094 KB ■ DesA1 4/10/2016 51/21 PM WinRAR archive 5,004 KB ■ DesA1 4/10/2016 51/21 PM WinRAR archive 5,004 KB ■ DesA1 4/10/2016 51/21 PM WinRAR archive 5,004 KB ■ DesA1 4/10/2016 51/21 PM Configuration sett 7 KB	Selanj windo clik.	ws instralle	tampilan ta r pada folde	ampilan sepert r CST Studio S Part State Part State	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de Datanga + DBR + 00 Seach DBR
Descrit 4/10/2016 1/21 FM WerkBAttechive 2.0/34 KB Descrit 4/10/2016 1/21 FM WerkBAttechive 2.0/6 KB Descrit 4/10/2016 1/21 FM WerkBAttechive 5.000 KB Descrit 4/10/2016 1/21 FM WerkBAttechive 5.000 KB Descrit 4/10/2016 5/21 FM WerkBAttechive 5.000 KB Descrit 4/11/2016 5/21 FM Configuration ett 7.0/8	Selanj windo clik.	ws instralle	tampilan ta r pada folde r p	ampilan sepert r CST Studio S r CST S r CST Studio S r CST S r CST S r CST Studio S r CST S r C	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de Dadmage > DSCI > v () Search DSCI
■ Dus7 4/102016 5121 MM WinRAR archive 20 48 10 Dus7 4/102016 5124 MM WinRAR archive 5(00 KB) 10 Dus7 4/102016 5124 MM Application 65,122 48 6 5etup 4/1102016 612 MM Configuration sett 7 KB	Selanj windo clik.	utnya akan ws instralle	tampilan ta r pada folde r p	ampilan sepert r CST Studio S r CST S r CST Studio S r CST S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
Settop 4/11/2016 6:32 PM Configuration sett 7 KB	Selanj windo clik.	tutnya akan ws instralle ws instralle	tampilan ta r pada folde r pada folde	ampilan sepert r CST Studio S r CST S r CST Studio S r CST S r CST Studio S r CST	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de Datamages : DBN) v () Search OBS)
Setup: 4/11/2016 6:52 PM. Configuration sett 7 KB	Selanj windo clik.	ws instralle	tampilan ta r pada folde r p	ampilan sepert r CST Studio S r CST S r CST Studio S r CST S r CST S r CST Studio S r CST S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de Dadmage : DSCI > vo Search DSCI
	Selanj windo clik.	iutnya akan ws instralle ws instralle busis busi	tampilan ta r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde r pada folde r r pada folde r r r r r r r r r r r r r r r r r r r	ampilan sepert r CST Studio S Port Statution S Port State State Port State State State State State State Port State	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de - e Putonages + DSKI + • • • • • Search DSKI
	Selanj windo clik.	tutnya akan ws instralle ws instralle correction the PC > Data (D) > CST.Studie Sate Correction The PC > Data (D) > CST.Studie Sate Data Data Data Data Data Data Data	tampilan tampilan r pada folde	ampilan sepert r CST Studio S Port (ST Studio S Corr State) Port (ST Studio S Port (St St Studio S Port (St St St St Port (St St St St St Port (St St St St St St Port (St St S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de Datemage : DIST : v 0 Search 0051
	Selanj windo clik.	ws instralle	tampilan ta r pada folde r pada	ampilan sepert r CST Studio S r CST S r CST Studio S r CST S	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de Dudmage > DSK) > v () Search DSK1
	Selanj windo clik.	tutnya akan ws instralle ws instralle	tampilan ta rpada folde rpada folde reading a second secon	ampilan sepert r CST Studio S r CST S r CST Studio S r CST S r	i dibawah ini, jala Suite dengan cara de Datmages + DISTI > • • • • • Search DISTI - • •

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 5.4 Tampilan pernyataan bahwa pengguna menyetuji 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*.

	Customer Information Image: Customer Information Please enter your information. Image: Customer Information	
	User Name: Mindows User Organization:	
As to a		e
	InstallShield < Back Next > Cancel	-

Gambar 5.5 Tampilan penyimpanan unutk 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 5.7 Tampilan peilahan 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 Suite*2016. Jika langkah sebelumnya masih ada yang ingin diubah maka klik *back*.

n 14	Ready to Ins The wizard is	stall the Program s ready to begin installation.			5	
	Click Install t	o begin the installation.]
E.	If you want exit the wiza	to review or change any of y rd.	our installation settir	ngs, click Back. Clic	k Cancel to	
	InstallShield					
			< Back	Install	Cancel	
	Gamba	r 5.8 Tampilan un (Sumber: Aplikasi C	tuk memulai ST Studio Suite	proses peng 2016)	ginstalan	
			T Studio Suite	(2010)		
9. Tu	unggu samp ntuk langkah	ai installer semua a selanjutnya.	tau berwarna	hijau penuh	lalu kllik <i>ne</i>	xt
	🚽 CST STU	DIO SUITE 2016 - InstallShie	ld Wizard	_		
	Installing The prog	CST STUDIO SUITE 2016 gram features you selected are	being installed.		5	
	- i -	Please wait while the Install This may take several minut	Shield Wizard installs (es.	CST STUDIO SUITE	2016.	
		Status: Validating install				
	InstallChield					
	u istalionielu -		< Back	Next >	Cancel	

Gamabar 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 finnish untuk menyelesaikan penginstalan. CST *Studio Suite*Siap untuk digunakan.

	🖟 CST STUDIO SUITE 2016 - In	nstallShield Wizard	\times	
	2016	InstallShield Wizard Completed		
0	e H	The wizard was interrupted before CST STUDIO SUITE 2016 could be completely installed.		- 74
st Pai	L D	Your system has not been modified. To complete installation a another time, please run setup again.	at	
	S 0 S			
	DIC	Click Finish to exit the wizard.		
	STU			
	si 🖪			
	U P			
		< Back Finish Cancel		

Gamabar 5.10 Tampilan selesai atau *complate* 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

Image: Service and project Consider and project in the first service	No. Sava	New Project	Recent Files
Outro Project Project Employee South Sout	🔯 Save Δs 🖏 Save All 🎯 Ωpen	Create a new project Create a new project with extrings taking to your application area. These actions the stored as a project template, which can be later used to create another project.	Restore lost session
Normania Antenna - Hanar J. Kdg Image: Company Projects Image: Com	Project	Project Templates	Gipole wire2.cst -54 Cill.cers/Hewlett Packard (Jocuments)cst/dpole wire2.cst -54
Protect Address - Future J, drig Addres - Future J, drig Address - Future J, drig	New and Recent	Astenna - Planar_4.cfg -94 MV & RF & OPTICAL, Time Domain -94	dipole wg.cst pr c:/userc/HewlettPackard/pocumenta/cst/dpcke wg.cst pr
Manage Projects Construction	Print Help	Antenna - Manar- 3-cfg -or Inv & RF & OPTICAL, Time Domán	dipole wire.est -94 c:)Leers'Herklett Packard(pocuments/cst)/dpole wire.est -94
In Upperson Image: Anternan - Wavegewide.cdg Image: Comparison - Compariso	D Manage Projects	Antenna - Wire.cfg	cpms.cst -04
Laterna - Pinar 2-dig M All GPTICA, Inc Donan Modules Modules	Elicense	Matenna - Waveguide.cfg -pr MV &RP & OPTICAL, The Durian -pr	Gipole wire4.est
Antonia - Pisaar_Lide and financia - Constant and a set of the set	E20 F20T	Antenna - Pianar_2.cfg -54 MW & RF & OPTICAL, Time Doman -54	en strip.cst -pa C:User/Henkett Packerd/Documents/pst/ps strip.cst -pa
Modules		Antenna - Pianar_L.cfg	r in zerbiewiet Dedeedinge wentberidende wind ret
		Modules	

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*.

1				×
	Choose an application area and	then select one of the workflow	1C*	
	CHOOSE an appreciation area and	MW&RF&	🔋 Antennas	
	Starts and	Oster C	Circuit & Components	
	MICS		Radar Cross Section	
	III III IIII IIII IIIIIIIIIIIIIIIIIIII		Biomedical, Exposure, SAR	
	and china a	A Contraction of the second	Optical Applications	
	-3 ENCLEM		Periodic Structures	
	Untuk analisis ante MW&RF Optical	nna maka dipilih	Next > Cance	đ
				
	Gambar 5.12	Tampilan piliha	n jenis pengerjaa	n
3 Pilih t	(Sumber: Ap	likasi CST Studio S	mikrotrin pilih P	lanar (natch
J. Thin a	amplate workjiow	. Ontuk antona		ialiai (puich,
slot,etc)	<mark>).sela</mark> njutnya klik <i>n</i>	ext.		7
				_
	Create a new template	2		_
	MW & RF & OPTICAL Antennas			_
	Please select a workflow:			_
	Waveguide (Hom, Cone, etc.)	Planar (Patch, Slot, etc.)	Phased Array, Unit Ce	н
	Mobile Phone, Integrated	Reflector	Resonator RFID	
	· ·			
			< Back Next > Canc	el
	Camb	or 5 13 Tompilo	n Workflow	
	Gamo			
	(Sumber:	Aplikasi CST Stu	aio Suite 2016)	

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

ST:	STUDIO SUITE				×
Cre	eate a new temp	late			
MW 8	& RF & OPTICAL Antenn	as Wire <u>Solve</u>	<u>rs</u> Units Settings Sur	nmary	
The	recommended solv	vers for the so	elected wor kflow ar d		
	Integral Equation for large or thin wire	antennas			
	Time Domain for thick wire antenn.	as			
	Frequency Domai	n			
5. Selanju digunal	G (S utnya mene kan pada saa	ambar s Sumber: A ntukan t kompu	5.14 Tampila Aplikasi CST <i>units</i> sebag tasi simulasi	Studio Suite 2016) ai parameter hit . Klik next	Cancel
	CST STUDIO SUITE				×
	Create a new ter	mplate			
	MW & RF & OPTICAL Ant	tennas Wire Solv	rers <u>Units</u> Settings Sumr	nary	
	Please select the un	iits:	T		
	Erequency	cur.	v		
	Time:	972	Ŧ		
	Temperature:	robio	¥		
	Voltage:	V	¥		
	Current:	۰ ۵			
	Resistance:	Ohm	Ŧ		
	Conductance:	s	Ŧ		
	Inductance:	nH	Ŧ		
	Capacitance:	pF	Ŧ		
				< Back Next >	Cancel

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

6. Selanjutnya menentukan frekunsi kerja. Kllik *next*. Selanjutnya klik *finish* untuk memulai *project*.



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

Brick			— ×
Name: solid1			ОК
Xmin: -wg/2	Xmax: wg/2	_	Cancel
Ymin:	Ymax:		
-lg/2	lg/2		
Zmin:	Zmax:		
0	0.035		
Component:			
component1		-	
Material:			
Copper (annealed)		-	Help

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

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



substrat.klik 'ok'

da montinute	narcibiary					Prink		
Material library						DRICK		
🔲 Use filter	Material: *		Type: <all></all>	Filter		Name: solid2		ОК
Material	Γ.	Туре	Location		^			Previe
Ferro A6N	1 (loss free)	Normal	C:\Program Files\CST STUDIO SUIT	E 2011\Library	-	Xmin:	Xmax:	Cano
Ferro A6N	4 (lossy)	Normal	C:\Program Files\CST STUDIO SUIT	TE 2011\Library		-wg/2	Wg/2	
Ferro A65	(loss free)	Normal	C:\Program Files\CST STUDIO SUIT	TE 2011\Library		Ymin:	Ymax:	
Ferro A65	(lossy)	Normal	C:\Program Files\CST STUDIO SUIT	E 2011\Library		-1g/2	lg/2	
FR-4 (loss	; free)	Normal	C:\Program Files\CST STUDIO SUIT	E 2011\Library		Zmin:	Zmax:	
FR-4 (loss	sy)	Normal	C:\Program Files\CST STUDIO SUIT	E 2011\Library		0.035	0.035+1.6	
🔶 G-10 (loss	(free)	Normal	C:\Program Files\CST STUDIO SUIT	'E 2011\Library		Component:		
🔶 G-10 (loss	iy)	Normal	C:\Program Files\CST STUDIO SUIT	TE 2011\Library		component1	-	
🔶 Gallium Ar	senide (loss free)	Normal	C:\Program Files\CST STUDIO SUIT	E 2011\Library	*	Materials		
Material to imp	ort							
Name:	FR-4 (lossy)							
Type:	Normal							
Material sets:	Default							
Attributes:			Description:					
Material Set Type = N Epsilon = 4 Mue = 1 El. tand = 0	= Default ormal .3 .025 (Const. fit)	× H	EM(HF) properties measured @ 1	OGHz				
			Load Close	Hel	2			

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 5.24 Tampilan *dialog box feedline antena* (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*. Masukan nilai W, hingga Z_0 bernilai 50.00 sebagai impedance matching



Gambar 5.26 Tampilan Feedline

(Sumber: Aplikasi CST Studio Suite 2016)

12. Selanjtunya 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 antena 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 diaolog box.

Gambar 5.29 Tampilan slot antena (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 ke1dan ke2. Pilih menu transfrom, 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'

the treat meading and	stion Post Processie	ig View								1
Exchange	● △ ○ © - - ┣ - ~ ♪ I Shapes	tansform Align Ble	nd Boolean 🗿 Shy	nd Tools- Idify Locally - ape Tools-	Curves	Pick Points - Pick Lists - Clear Picks Picks	Properties Histo	Calculator	tote	S Section View
ligation Tree	× Untitled_0*	A								
Monotexem Monotexem	Component 1:4A Matorial Type Mue El cond Rho Therm cond, Heat cap. Diffusition Young's Mod Poiss, Ratio Thermal Exp. 30	Costi pilne Copper (anneale Lossy metal 1 5.8e=007 [Sim] 8930 [kg/mm3] 401 [k/lk/gg] 0.339 [kJ/k/gg] 0.00115141 [m/ 120 [kg/mm*2] 0.33 17 [1e-6/lq] Schembc	n 12/20							ž.
Ports	Parameter List					× Messages				
Excitation Signals	V Name	Expression	Value	Description	Type					_
Field Monitors	Wa	- 28	28		Undefined	~				
C 6-6-4 6-3 D	lg	29	29		Undefined					
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	tt	= 10.79	10.79		Undefined	~				
- fafield f=6)										
- fafield f=6) - efield f=1)	55	= 11	-11		Undefined	4				
- fafield (=5.5) - fafield (=6) - fafield (=1) - fafield (=3.5) - fafield (=5.5)	ss Wf	= 11 = 3.13	3.13		Undefined Undefined	- č				
	ss Wf Lp	= 11 = 3.13 = 20	11 3.13 20		Undefined Undefined Undefined	* * *				



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



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



JOB VI

PENGUKURAN GAIN ANTENA HASIL DESAIN

A. Tujuan

- 1. Mengetahui / memahami cara pengukuran gain antena hasil desain
- 2. Mengetahui besaran gain antena hasil desain
- 3. Mampu melakukan pengukuran gain 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-antena praktis hasil desain.

B.2 Antena Mikrostrip Hail 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 pengukura 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 antaraintensitas 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*)

$$Gain = \frac{4\pi U\left(\theta, \phi\right)}{Pin}$$

Dimana : Gain = Absolute gain π = pi (3,14)

 θ = sudut teta

\emptyset = Himpunan Kosong

Pin = 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 :

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

Dimana : Gain= Absolute gain

 $\pi = \mathrm{pi} \ (3, 14)$

 θ = sudut teta

 $\emptyset = \text{Himpunan Kosong}$

Pin (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 antenna tidak terpengaruh oelah adanya medan-medan yang berada di sekelilingnya.

Sesuai dengan syarat pengukuraan medan jauh makan dilakukan pengukuran dengan persamaan berikut :

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

Dimana :

R = Jarak antenna pemancar dan antenna penerima (m)

D = Ukuran terpanjang dimensi antena (m)

 λ = Pajang 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)

Gt (dB) = (Pt(dBm) - Ps(dBm)) + Gs(dB)

7

Dimana :Gt = Gain antena mikrostrip

Pt = Nilai level sinyal maksimum yang diterima antena mikrostrip

Ps = Nilai level sinyal maksimum yang diterima GSM

G<mark>s = Gain GSM</mark>

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 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 10⁰ secara manual.
- 8. Catat level daya terima yang terbaca pada spectrum analyzer.
- 9. Gunakan persamaan berikut untuk menghitung gainantena yang diuji :

GAUT = P1 (Rx) - P2 (Tx) + Prfg

E. Data Hasil Pengukuran

Antena

Sudut	Pembaca	an Spectrum A	Analyzer	Rata-Rata
	S1	S2	S 3	Gain
00				
10^{0}				
20^{0}				
300				
40^{0}				
50 ⁰				
60 ⁰				
70^{0}	1.6			
800				
90 ⁰				
100 ⁰				
110°				
120 ⁰				
130 ⁰				
140 ⁰	S			
150 ⁰	マイ			
160 ⁰		VIJF		
170 ⁰				
180 ⁰		-		
1900				
2000				
2100				
2200				
2300				
2400				
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 antena hasil desain
- 2. Memahami parameter-parameter antena pola radiasi antena arah azimuth dan arah elevasi
- 3. Memahami pengukuran serta mengetahui syarat pengukuran dari pola radiasi antena hasil desain (*azimuth dan elevasi*)
- 4. Mampu menganalisis hasil pengukuran pola radiasi antena hasil desain

KNI

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 Hail 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 pengukura gain tersebut dibandingkan dengan gain pola radiasi.

Polaradiasi atau pola antena didefinisikan sebagai fungsi matematik atau representasi grafik dari sifat radiasi antena 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 di luasan wilayah dan direpresentasikan sebagai fungsi dari koordinat directional. Polaradiasi antena adalah plot 3-dimensi distribusi sinyal yang digancarkan oleh sebuah antena,atau plot3-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*.



Antena omnidirectionalmempunyaipola radiasiyangdigambarkanseperti bentukkue donat (*doughnut*) denganpusatberimpit.Antena omnidirectionalpada umumnya mempunyai pola radiasi 360⁰ jika dilihat pada bidang medan magnetnya.





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

Sesuai dengan syarat pengukuraan medan jauh makan dilakukan pengukuran dengan persamaan berikut :



Dimana :

R = Jarak antenna pemancar dan antenna penerima (m)

D = Ukuran terpanjang dimensi antena (m)

 $\lambda = Pajang Gelombang frekuensi (m)$

C. Perangkat / Alat – Alat yang digunakan

- 1.1 buah Signal Generator
- 2.1 buah Spectrum Analyzer
- 3.1 buah Antena referensi
- 4.1 buah antena 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:

1



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	Azhi	imut	Elev	vasi	Rata-Rata
	S1	S2	S1	S2	
00					
100					
20 ⁰			K		
30 ⁰					
40^{0}					
50 ⁰	7			6.	
60 ⁰					
70 ⁰					
80 ⁰		Y			
90 ⁰					
100 ⁰	3			>/~	
110 ⁰			111		
120 ⁰			Jr		
130 ⁰					
140 ⁰		_			
1500					
160 ⁰					
170 ⁰					
180^{0}					
190 ⁰					
200^{0}					
210 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 daari 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<mark>.2 Antena Mik</mark>rostrip Hail 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 pengukura 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 180⁰ 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 90⁰.

Polarisasi melingkar dibagi menjadi dua, yaitu *Left Hand CircularPolarization (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 0⁰ atau kelipatan 180⁰ (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 90⁰ (karena akan menjadi lingkaran). (Sumber : Surjati I, 2010)



Gambar 8.3 Polarisasi Elips (Sumber : Surjati I, 2010)

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

Sesuai dengan syarat pengukuraan medan jauh makan dilakukan pengukuran dengan persamaan berikut :

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

Dimana :

- R = Jarak antenna pemancar dan antenna penerima (m)
- D = Ukuran terpanjang dimensi antena (m)
- $\lambda = Pajang Gelombang frekuensi (m)$

C. Perangkat / Alat – Alat Yang Digunakan

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

D. Prosedur Pengukuran Polarisasi

1. Siapkan dan cek kondisi peralatan praktikum yang akan digunakan.



- 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*.
- Atur antena sehingga 0⁰ busur menghadap/mengarah sejajar denganantena pemancar.
- 8. Putar antena setiap 10° , dari 0° sampai 360°
- 9. Catat level daya terima yang tampak pada *Spectrum Analyzer* sesuai dengan sudut yang diputar.

NK NA

10. Analisis nilai *axial ratio* dari data hasil pengukuran

E. Data Hasil Pengukuran

Antena

Sudut	Pembaca	Rata-Rata		
C	S1	S2	S 3	
00			フ	
100				
200				
30 ⁰	.0.			5
40 ⁰				
50 ⁰		VJP		
60 ⁰				
70 ⁰				
800		Л		
90 ⁰				
1000				
1100				
1200				
1300				
1400				

150 ⁰				
160 ⁰				
170 ⁰				
1800				
190 ⁰				
2000				
2100				
2200				
2300	(
240 ⁰				
250 ⁰		NIK .		
260 ⁰	1.60			
2700				
2800	J S L	TTA'		
290 ⁰				
300 ⁰				
310 ⁰	E			
320 ⁰				
330 ⁰	S		5	
340 ⁰	P/i			
350 ⁰		VIJF		

JOB IX

PENGUKURAN RETURN LOSS, BANDWITH, VSWR, DAN IMPEDANSI ANTENA HASIL DESAIN

A. Tujuan

- 1. Mengetahui / memahami cara pengukuran *return loss, bandwith*, VSWR, dan impedansi antena hasil desain
- 2. Mampu melakukan pengukuran *return loss, bandw*ith, VSWR, dan impedansi antena hasil desain
- 3. Memahami dan mampu menganalisa hasil dari pengukuran *return loss, bandwith*, 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 Hail 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, bandw*ith, VSWR, dan impedansi. Hasil pengukura *return loss, bandw*ith, VSWR, dan impedansi tersebut dibandingkan dengan *return loss, bandw*ith, 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

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

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Zl - Zo}{Zl + Zo} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

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)

 $Z_0 = Impedansi karakteristik (Ohm)$

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

Dengan menggunakan nilai VSWR ≤ 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 rentangfrekuensi 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)

$$BW = \frac{f2 - f1}{fc} \times 100\%$$

Dimana : f_2 = frekuensi tertinggi

 f_l = 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 (*standingwave*) 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*)

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Zl - Zo}{Zl + Zo}$$

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, yangmerepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari Γ adalah nol, maka :

- a. $\Gamma = -1$: refleksi negatif maksimum, ketika saluranterhubung singkat,
- b. $\Gamma = 0$: tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *matched* sempurna,
- c. $\Gamma = +1$: 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 ≤ 2 . (*Surjati I, 2010*)

B.6 Input Impedance

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

$$Zin = Z_0 \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma}$$

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

 Z_0 = Impedansi karakteristik dari antena (Ω)

 Γ = Koefisien refleksi

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

$$\mathbf{Z}_{\mathrm{in}} = (\mathbf{R}_{\mathrm{in}} + j\mathrm{Xin})\,\mathbf{\Omega}$$

Dimana : Zin = Impedansi Input

Rin = Resistansi Input

Dayareal(Rin)merupakankomponenyang diharapkan,yakni menggambarkan banyaknya daya yang hilang melalui radiasi, sementara komponenimajiner(Xin)menunjukkanreaktansidariantena dandayayang tersimpan padamedan dekat antena.

C. Perangkat / Alat – Alat yang digunakan

- 1. *Network Analyzer* dengan type Advantest R3770 *Network Analyzer* 300 KHz – 20 GHz
- 2. 1 buah antena 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)
- Lakukan kalibrasi pada NA dengan menggunakan calibration kit. Lakukan kalibrasi hingga mendapatkan hasil yang baik, yaitu memenuhi kriteria SWR = ∞ 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 pasda antena ini menggunakan 4 GHz dan tekan *STOP* untuk frekuensi akhir 6 GHz.
- 7. Tampilkan parameter yang ingin diketahui melalui tombol *FORMAT*, kemudin capture tampilan yang dihasilkan.
- 8. Lalu pilih parameter satu persatu, tekan tombol SWR untuk menampilkan grafik SWR terhadap frekuensi kerjanya, tombol *Smirtchart* 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 50 Ω 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

WR	NIK	
Antena	Spesifikasi Kebutuhan	Hasil Pengukuran
Antena	< 2	

Impedansi Antena

Antena	Spesifikasi Kebutuhan	Hasil Penguku <mark>ran</mark>
Antena	50 Ω	

J

SPIN