LAMPIRAN 1 LANGKAH-LANGKAH SIMULASI CST MICROWAVE STUDIO

- 1. Membuat *project* baru
 - a. Buka aplikasi CST untuk memulai kemudian pilih CST Microwave Studio



Gambar 1. Pilih CST Microwave Studio

b. Kemudian akan muncul jendela *Create a New Project*. Pilih *Antenna* (Planar) lalu OK

Select a template for the new project	Description
Antenno (Horo, Waveguide)	
Antenna (Mobie Priorie) Antenna (Manar)	
Antenna (wire) Antenna Anay Unit Cell (PD)	
Connector (Coaxial) Connector (Multipin)	linite and obt
Coupler (Planar, Microstrip, cpw) Coupler (Waveguide)	Background: vacuum
EDA EMC EMI Droblem	Boundaries: all open Mesh: optimized for planar
Filter (Planar, Microstrip, cpw)	structure (ratiokmit=20,
Fiter (Wavegude) FSS - Unit Cell (FD)	pec edge refinement=6,
IC Package LTCC	fuppints=on)
RCS - Large objects (I-solver) RCS - Small objects	Energy-Based Mesh Adaption
Resonator +	Scheme
Car at	
OK Cancel	Help
Dow this dates hav when a new project	is created

Gambar 2. Antena (planar)

c. Pilih menu WCS, kemudian pilih *Local Coordinate System* sehingga akan muncul penanda koordinat U, V, dan W pada halaman kerja

	-			The of the Log luce -
Compared and a c	8 BUUUUU	National Land Candidata Marchan Land Candidata Marchan Land Candidata Marchan Land Candidata Marchan Land Land Land Land Land Land Land La	₫ • ≪ - 12	
- Sit 2D/3D Result - Sit TLM Results - Sit Farfields - Sit Tables	23	Align WCS with Global Coordinates Fix WCS Store Current WCS		
		Restore Selected WCS	Untitled 0*	

Gambar 3. Local Coordinate System

- 2. Perancangan substrat
 - a. Pilih icon Create brick, lalu tekan tombol Esc

Eile Edit View WCS Curves Objects Mesh Solve Results	Macros
: D 🚊 - 🗟 🗟 🛛 🗟 🗳 : 🥌 🕑 🕂 🍳 🔍	🖂 🎯
00000	1
Create brick	
Components	
🗄 🖓 Materials	
Lumped Elements	
🙀 Plane Wave	
Bold Courses	
Gambar 4. Create Brick	

b. Pada jendela *Create brick*, masukkan input berupa ukuran *brick*, jenis bahan (FR-4) dan koordinat dari *substrat* yang akan dibuat.

	Brick
E	Name: Solid1 Preview
Salar	Xmin: Xmax: 47.5-95 47.5+95 Ymin: Ymax: -14.791 108 Zmin: Zmax: -0.8 0.8 Component: Component1 Material: FR-4 (loss free) FR-4 (loss free) Help
Saterial FR-4 (loss free) Normal Spilon 3.9 Norm.cond. 0.3 [W/K/n]	

Gambar 6. Substrat Antena Mikrostrip

- 3. Perancangan patch dan saluran transmisi
 - a. *Patch* antena mikrostrip Array tiga elemen terdiri atas lingkaran yang kemudian di potong mengikuti koordinat ukuran antena array tiga elemen yang asli. Pilih *icon Create cylinder*

	D -
<mark>ile <u>E</u>dit V<u>i</u>ew W<u>C</u>S</mark>	C
i 🗅 🚔 - 🖯 🛛 🖓 🖓	I
	•
Navigation Tree	

Gambar 7. Cylinder

b.

Pada jendela *Create cylinder*, masukkan input berupa ukuran *cylinder*, jenis bahan (*copper*) dan koordinat dari *patch* yang akan dibuat.

Cylinder			×	
Name: solid2 Orientation © X Outer radius: 30	Y Z Inner radius:		OK Preview Cancel	
Xcenter:	Ycenter: 46			
Zmin: 0.8	Zmax: 0.9			
Segments:				5
Component: component1		Ŧ		\mathbf{G}
Copper (annealed)		Ŧ	Help	

Gambar 8. jendela Create cylinder



Gambar 9. Bentuk Awal Patch Cylinder

c. Kemudian untuk saluran transmisi, pilih menu *Create brick* pada *software* cst tersebut.

S CST M	ICROWAVE STUDIO - [Untitled_0*]
Eile	Edit View WCS Curves Objects Mesh Solve Results Macros
: 🗅 🖻	- 🗐 💿 💿 🖉 🦉 🥑 🕂 🔍 🕲 🎕
De	000 P-10-10 -45 6-
Creat	e brick
-	Components
	Groups
÷ 🔽	Materials
	Faces
	Curves
	WCS
	Wires
- 6	Lumped Elements
- 6	Plane Wave
- 6	Farfield Source
	Eald Sources

d. Pada jendela *Create brick* masukkan nilai koordinat dan ketebalan saluran transmisi.

	Brick		×		
28	Name: solid3		OK		
	Xmin: -1.686+21	Xmax:	Cancel		
	Ymin:	Ymax:			
	Zmin:	Zmax:			
	0.8	0.9			
	Component: component1		_		
Ś	Material:			JA	
	Copper (annealed)		- Help	3 5 4	
Free	• 0.00	12 0 2 3	×+ @		
9 🗸 🤻 🛰		8 8 9 8 8 8 8 8	99912	_	
- /					
			1	and the second second	

Gambar 12. Bentuk Array tiga elemen

- 4. Perancangan Ground plane dan slot lingkaran
 - a. Untuk membuat *Ground plane* langkah awal ialah memilih *icon Create brick*, lalu tekan tombol Esc dan masukkan ukuran *Ground plane* sesuai dengan perhitungan yang didapat.

BRAWIJAYA

ST MICROWAVE STUDIO - [Untitled_0*]
Eile Edit View WCS Curves Objects Mesh Solve Results Macro
i 🗅 🚔 • 📰 💿 🔯 💐 🥌 🥑 🕂 🍳 🔍 🖾
Create brock - x Components

Gambar 13. Create Brick

Name: OK solid1 Preview Xmin: Xmax: -47.5 47.5 Ymin: Ymax:	
0 108	
Zmin: Zmax: 0 0.1	
Component:	
component1 v	
Material:	
Copper (annealed)	

Gambar 14. Jendela Brick Untuk Ground Plane



b. Untuk membuat slot *rugby ball* langkah awal ialah memilih *icon Ellipse*, lalu tekan tombol Esc dan masukkan ukuran slot lingkaran sesuai dengan perhitungan yang didapat.

	×
	ОК
Yradius:	Preview
Ycenter:	Help
0.0	
	-
	Yradius: 46.47375 Ycenter: 0.0

Gambar 16. Jendela Cylinder Untuk Ground Plane



Gambar 17. Bentuk cylinder untuk slot lingkaran

c. Gunakan *icon Ellipse*, lalu tekan tombol Esc dan masukkan ukuran slot lingkaran sesuai dengan perhitungan yang didapat.



Gambar 19. Ground Plane

- 1. Perancangan port
 - a. Untuk membuat port, pilih menu Solve, kemudian pilih Waveguide Ports

AL

CST MICROWAVE STUDIO - [iampiran*]	the second se
😤 File Edit Vjew WCS Cyrves Objects Mes	h Solve Beults Macros Window Help
	Image: Sector of Material Materials
Issignation Tiree • x Components Components Component Componen	Progency. Proge
Linged Generits Linged Generits Linged Generits Para Wave Farled Source Farled Source Forts Contain Signals Field Monitors Volage and Current Monitors	Addimport Addimport Decision Speak

Gambar 20. Waveguide Ports

b. Input ukuran *port* seperti pada gambar berikut

	Waveguide Port	
	General OK Name: 1 ~ Label: Apply Apply	
EF	Normal: X Y Z Preview Orientation: © Positive Negative Cancel Text size: > large Help	AW,
	Position Coordinates: Free Full plane @ Use picks	
X	Xmin 3.325 - 10.05 Xmax 6.675 + 10.05 Zmin: 0.8 - 1.7 Zmax: 0.9 + 1.3	
	Reference plane Distance to ref. plane: 0	1 7
	Mode settings Multipin port Number of modes: Define Pins 1	
$\langle \langle \rangle$	Single-ended Electric shielding Impedance and calibration Polarization angle	
γ	Define Lines 0.0	

Gambar 21. Dimensi Waveguide Ports

- 2. Menjalankan simulasi
 - a. Atur *range* frekuensi yang akan diamati terlebih dahulu Sebelum melakukan simulasi,Pilih *icon Frequency Range*.

20	Free	¥	: du	P 🖻	1		%
<u>*</u>	23	B 🖗	x 🗗	P P	1	P	
	Freque	ncy range	2				

Gambar 22. Frequency range

b. Klik *field monitor* pada menu bar *Solve*.



c. Pada *window monitor*, pilih *type* E-*field*, H-*field*, dan *farfield* yang telah di atur pada frekuensi kerja 0.9 GHz, kemudian klik OK.

d. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai gain vs frekuensi, maka pada *window monitor* pilih *farfield* dengan spesifikasi *broadband*

Monitor	×
Labeling Name: farfield (broadband)	✓ Automatic labeling
Type C E-Field H-Field and Surface current Surface current (TLM only) Power flow Current density Power loss density/SAR Electric energy density Magnetic energy density Farfield/RCS Field source	Specification Frequency Broadband Freq. samples: 21 Accuracy: Transient farfields 2D Plane Activate Orientation: X Y Z Position: 0
ОК	Apply Cancel Help

BRAWIJAYA

Klik Transient Solver pada menu bar Solve. e.



Gambar 26. Transient Solver

f.Pada Window Transient Solver Parameter, berikan nilai 50 Ohm pada nilai impedansinya, kemudian klik start untuk memulai simulasi.

Solver settings		Start
Accuracy:	Store result data in cache	Optimize
		Par. Sweep
Stimulation settings		
Source type: All Ports 🗸 🗸	Inhomogeneous port accuracy enhancement	Acceleration
Mode: All V	Calculate modes only	Specials
	Superimpose plane wave excitation	Simplify Model
S-parameter settings		Apply
 Normalize to fixed impedance 	S-parameter symmetries	Close
50 Ohms	S-Parameter List	Help
Adaptive mesh refinement		L
Adaptive mesh refinement	Adaptive Properties	

Gambar 27. Transient Solver Parameters

3. Menampilkan Hasil Simulasi

Langkah - langkah menampilkan hasil simulasi antena perancangan adalah sebagai berikut :

Untuk menanpilkan grafik hasil dari return loss, dapat langsung meng-klik a. '1D Result' pada navigation tree, kemudian mengklik '|S| dB'. Maka grafik return loss langsung dapat terlihat.

🖶 👼 1D Results
🗊 🛅 Port signals
🖲 🚞 ISI linear
🗊 🛅 🔝 🖪
🗈 🧰 arg(S)
🏚 🛅 Spolar
😟 - 🚞 Smith Chart
🖲 🚞 Balance
🗊 🛅 Energy
🛓 🛅 Materials

Gambar 28. Menampilkan Grafik Return Loss

b. Untuk menampilkan grafik VSWR, maka pada menu bar klik 'Results' kemudian pilih 'S-Parameter Calulations', dan klik 'Calculate VSWR'. Maka grafik VSWR langsung dapat terlihat.



Gambar 29. Menampilkan Grafik VSWR

c. Untuk menampilkan pola radiasi dan polarisasi, dan antena, dapat dilihat pada menu *farfield* yang terdapat pada *navigation tree*.



Gambar 30. Pilihan Farfield Pada Navigation Tree

d. Untuk menampilkan gain dapat dilihat pada menu *result* lalu pilih *template based postprocessing* hingga tampil, tampilan sebagai berikut.

Fai	field and Antenna Properties				•
Ad	d new postprocessing step				•
	Result name	Туре	Template name	Value	~
1	gain	1D	Farfield Result		

Gambar 31. Jendela Template Based Postprocessing

e. Lalu klik *add new postprocessing step* dan pilih *farfield result* hingga keluar jendela *farfield result*, lalu langkah selanjutnya mengikuti tampilan pada jendela *farfield result* berikut dan tekan ok.

Far	neid mesuit (incl. Excitation string [])		
a	utomatic (first farfield result in navigation tree)	Plot Mode	Gain (IEEE) 👻
	Browse Results Browse Monitors	dB, Farf.Approx.	
) single rrq) broadband Set Frq / Time	Axis/Polarisation	Abs •
		spherical, linear	
Eva	aluation Range	Arrow	
	polar constituata Theta: 900	Arrau factor pot u	ead
	polar-construita Phir	Minay ractor nor a	
) single direction	Specials	
B	esult Value: Max. Value	Ang.W.3dB, Sol./	A.:0180/0360
Te	emplate Type / Table Output: 💿 1D 💿 0D		
	OK Cancel		
	Cancer		
Langkah tarah	Gambar 32. Jende	ela <i>Farfield</i>	l Result
Langkah terak	Gambar 32. Jende chir pilih <i>gain</i> , lalu	ela <i>Farfielc</i> evaluate	l Result
Langkah terak	Gambar 32. Jende chir pilih <i>gain</i> , lalu ^{Template Based Postprocessing}	ela Farfielc evaluate	l Result
Langkah terak	Gambar 32. Jende chir pilih <i>gain</i> , lalu Template Based Postprocessing	ela Farfield evaluate	l Result
Langkah terak	Gambar 32. Jende thir pilih gain, lalu Template Based Postprocessing General Results Fasfield and Artenna Properties	ela Farfield evaluate	l Result
Langkah terak	Gambar 32. Jende Chir pilih gain, lalu Template Based Postprocessing General Results Earlield and Artemna Properties Add new postprocessing step	ela Farfield evaluate	l Result
Langkah terak	Gambar 32. Jende Chir pilih gain, lalu Template Based Postprocessing General Results Farheid and Artenna Properties Add new postprocessing step	ela Farfield evaluate	I Result
Langkah terak	Gambar 32. Jende	ela Farfield evaluate	l Result
Langkah terak	Gambar 32. Jende	ela Farfield evaluate	l Result
Langkah terak	Gambar 32. Jende	ela Farfield evaluate	I Result
Langkah terak	Gambar 32. Jende	ela Farfield evaluate	l Result
Langkah terak	Gambar 32. Jende	ela Farfield evaluate	l Result
Langkah terak	Gambar 32. Jende chir pilih gain, lalu Template Based Postprocessing General Results Farfield and Artenna Properties Add new postprocessing step Result name Type 1 gavi 10	evaluate valuate	l Result
Langkah terak	Gambar 32. Jende chir pilih gain, lalu Template Based Postprocessing General Results Fadield and Artenna Properties Add new postprocessing dep Result name Type 1 gan 10	ela Farfield evaluate	l Result

Gambar 33. Jendela Template Based Postprocessing

LAMPIRAN 2 DOKUMENTASI PENGUJIAN ANTENA



Gambar 34. Antena Fabrikasi Mikrostrip Array tiga elemen



Gambar 35. GW Instek Spectrum Analyzer 2,7 GHz



Gambar 36. Antena Dipole $\lambda/2$



Gambar 37. Aeroflex IFR 3413 Signal Generator 250 KHz - 3 GHz

AL.

BRAWIJAYA



iler BAWIJJA Gambar 38. Directional Coupler



Gambar 39. SMA Connector

LAMPIRAN 3 DOKUMENTASI PENGUJIAN RECTENNA



Gambar 40. Rectenna (Rectifier Antenna)



Gambar 41. Digital Multimeter



Gambar 42. Proses Pengujian