



SURAT - TUGAS

Nomor : 107/AU.00.02/FTI-STD/XII/2023

- Dasar :
1. Bahwa Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi telah mengatur dan mengelompokkan beberapa jenis buku ajar untuk melengkapi proses belajar dan mengajar diantaranya adalah modul.
 2. Bahwa modul digunakan untuk memudahkan mahasiswa mempelajari dan menguasai kompetensi yang diajarkan dengan baik dan mahasiswa dapat memahami pembelajaran secara mandiri.
 3. Bahwa modul harus dikemas secara sistematis, menarik, lengkap dengan cakupan materi dan evaluasi di dalamnya, maka untuk itu dipandang perlu menugaskan tenaga pendidik (dosen) untuk menyusun modul yang diperlukan dalam lingkup Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti.
 4. Bahwa agar penyusunan modul dapat diperoleh hasil yang maksimal, maka Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti dengan ini :

MENUGASKAN :

- K e p a d a : Dosen Tetap Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti
- U n i t : Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti
- U n t u k : Menyusun modul yang diperlukan untuk melengkapi proses belajar dan mengajar pada Program Studi dalam lingkup Fakultas Teknologi Industri-Universitas Trisakti.
- Waktu : Tahun Akademik 2023/2024

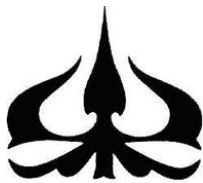
Demikian surat tugas ini untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan penuh tanggung jawab.

Jakarta, 19 Desember 2023

D e k a n,



Prof. Dr. Ir. Rianti Dewi Sulamet-Ariobimo, ST, M.Eng, IPM



**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS TRISAKTI**

KAMPUS A, GEDUNG F&G LT. 4
Telp: 62-21-5663232 / 62-21-5605835 ext.8406,5605841
Email: fti@trisakti.ac.id

**SURAT TUGAS MELAKSANAKAN KEGIATAN
PENDIDIKAN DAN PENGAJARAN
Nomor: 165.B/AU.00.02/FTI-STD/III/2024**

Dekan Fakultas TEKNOLOGI INDUSTRI Universitas Trisakti, dengan ini menugaskan kepada:

Nama : Dr. Syah Alam, S.Pd., M.T.
NIK : 3617/Usakti
NIDN : 0315048604
Jabatan Akademik : LK

Untuk melaksanakan Kegiatan Pendidikan dan Pengajaran pada:

Program Studi: TEKNIK ELEKTRO Jenjang: Sarjana

No.	Kode	Nama Matakuliah	sks	Kelas	Hari	Waktu	Ruang
1	IET313	Pengukuran dan Instrumentasi	3.00	01	Rabu	10:00:00-12:30:00	AE603
2	IET102	Praktikum Pengukuran dan Instrumentasi	1.00	01	Senin	17:00:00-17:50:00	AE601
3	IEB108	Praktikum Pengukuran Parameter Antena	1.00	01	Senin	15:00:00-15:50:00	AE501
4	IEB318	Desain & Aplikasi Antena	3.00	01	Senin	10:00:00-12:30:00	AE501
5	IEF6202	Fisika Fluida dan Termodinamika	2.00	01	Jumat	07:30:00-09:10:00	AE601
6	IEF6202	Fisika Fluida dan Termodinamika	2.00	07	Selasa	19:50:00-21:30:00	OLR-FTI
7	IET6225	Capstone Design	2.00	07	Kamis	19:50:00-21:30:00	OLR-FTI

Program Studi: TEKNIK ELEKTRO Jenjang: Magister

No.	Kode	Nama Matakuliah	sks	Kelas	Hari	Waktu	Ruang
1	IEU8282	Seminar Tesis	2.00	01	Sabtu	08:00:00-09:40:00	AFG605
2	IEU8580	Tesis	5.00	01	Jumat	18:30:00-21:00:00	AFG602
3	IEB8380	Antena Modern	3.00	01	Selasa	18:30:00-21:00:00	AFG606A

Demikian untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya

Jakarta, 01-03-2024

Dekan



ttd

Prof. Dr. Ir. Rianti Dewi Sulamet Ariobimo, ST.

M.Eng. IPM

2289/Usakti

Tembusan Kepada Yth

1. Ketua Program Studi
2. Ka Subbag SDM
3. Arsip

**DIKTAT MATA KULIAH
DESAIN APLIKASI ANTENA (IEB318)**



Penyusun :
Syah Alam, S.Pd, MT

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS TRISAKTI
MARET, 2024**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan penuh kerendahan hati karena hanya dengan berkat, rahmat dan ijin Nya-lah penyusun dapat merampungkan Diktat Mata Kuliah sebagai materi ajar pada mata kuliah Disain dan Aplikasi Antena (Program S1 – Teknik Elektro). Isi dari diktat ini terkait dengan teori dasar elektromagnetika, jenis antena dan tahapan dalam perancangan antena untuk keperluan sistem komunikasi.

Dalam menyusun diktat ini penyusun mendapatkan banyak masukan dari beberapa rekan peneliti baik dari internal maupun eksternal kampus. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada pimpinan Universitas dan Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti yang selalu memberikan dukungan dan motivasi untuk dapat terus berkarya. Semoga diktat ini memberikan manfaat bagi para mahasiswa dalam mempelajari bidang keilmuan telekomunikasi khususnya antena dan propagasi.

Jakarta, Maret 2024

Syah Alam, S.Pd, MT

HALAMAN PENGESAHAN DIKTAT

Judul Diktat : Disain dan Aplikasi Antena
Nama / Kode MK : Disain Aplikasi Antena / IEB318
Jurusan : Teknik Elektro – S1
TA/Semester : 2023/2024 - Genap
Jumlah Halaman : 52 halaman
Keterangan : Tidak diterbitkan, digunakan untuk kalangan sendiri

Jakarta, 10 Maret 2024

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan



Dr. Lydia Sari, ST, MT

Disusun oleh:

Penyusun



Syah Alam, S.Pd, MT

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Halaman Pengesahan	ii
Daftar Isi	iii
Topik 1 : Teori Elektromagnetika	
1.1 Teori Elektromagnetik	1
1.2 Sifat Rambat Gelombang Elektromagnetik	3
1.3 Spektrum Gelombang Elektromagnetik	4
1.4 Saluran Transmisi	6
1.5 Bentuk dan Jenis Saluran Transmisi	6
1.6 Koefisien Refleksi	6
1.7 Saluran Mikrostrip	8
1.8 Material dan Bahan	9
Topik 2 : Konsep Dasar Antena	
2.1 Konsep Dasar Antena	12
2.2 Prinsip Kerja Antena	13
2.3 Karakteristik Antena	14
2.4 Parameter Antena	14
Topik 3 : Jenis Antena	
3.1 Antena <i>Grid</i>	22
3.2 Antena <i>Yaggi</i>	22
3.3 Antena <i>Omni</i>	23
3.4 Antena Sektoral	23
3.5 Antena Parabolik	24
3.5 Antena Mikrostrip	24
Topik 4 : Perancangan Antena	
3.1 Perancangan Antena Monopole dan Dipole	28
3.2 Perancangan Antena Yaggi	31
3.3 Perancangan Antena Helix	33
3.4 Perancangan Antena Mikrostrip	34
Topik 5 : Simulasi dan Disain Antena Mikrostrip dengan EM Simulation	
3.1 Perancangan menggunakan PCAAD	38
3.2 Perancangan menggunakan AWR	41
Daftar Pustaka	53

TOPIK I

TEORI ELEKTROMAGNETIK

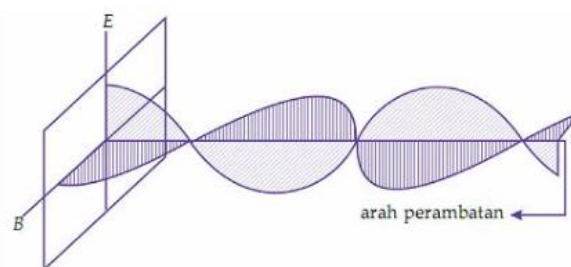
1.1 Teori Elektromagnetik

Teori gelombang elektromagnetik pertama kali dikemukakan oleh James Clerk Maxwell (1831–1879). Hipotesis yang dikemukakan oleh Maxwell, mengacu pada tiga aturan dasar listrik-magnet berikut ini.

1. Muatan medan listrik dapat menghasilkan medan listrik disekitarnya, yang besarnya diperlihatkan oleh hukum Coulumb.
2. Arus listrik atau muatan yang mengalir dapat menghasilkan medan magnet disekitarnya yang besar dan arahnya ditunjukkan oleh hukum Bio-Savart atau hukum Ampere.
3. Perubahan medan magnetik dapat menimbulkan GGL induksi yang dapat menghasilkan medan listrik dengan aturan yang diberikan oleh hukum induksi Faraday.

Berdasarkan aturan tersebut, Maxwell mengemukakan sebuah hipotesis sebagai berikut: “Karena perubahan medan magnet dapat menimbulkan medan listrik, maka perubahan medan listrik pun akan dapat menimbulkan perubahan medan magnet”. Hipotesis tersebut digunakan untuk menerangkan terjadinya gelombang elektromagnet. Menurut Maxwell, ketika terdapat perubahan medan listrik (E), akan terjadi perubahan medan magnetik (B). Perubahan medan magnetik ini akan menimbulkan kembali perubahan medan listrik dan seterusnya. Maxwell menemukan bahwa perubahan medan listrik dan perubahan medan magnetik ini menghasilkan gelombang medan listrik dan gelombang medan magnetik yang dapat merambat di ruang hampa. Gelombang medan listrik (E) dan medan magnetik (B) inilah yang kemudian dikenal dengan nama gelombang elektromagnetik.

Arah getar dan arah rambat gelombang medan listrik dan medan magnetik saling tegak lurus (dapat dilihat pada Gambar berikut) sehingga gelombang elektromagnetik termasuk gelombang transversal.



Gambar 1.1 Perambatan Gelombang Elektromagnetik

Maxwell menyatakan bahwa kecepatan gelombang elektromagnetik memenuhi persamaan :

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

dengan:

c = laju perambatan gelombang elektromagnetik dalam ruang hampa.

μ_0 = permeabilitas ruang hampa ($4\pi \times 10^{-7} \text{ N s}^2/\text{C}^2$)

ϵ_0 = permitivitas ruang hampa, ($8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$)

Dari rumus diatas ternyata kecepatan perambatan gelombang elektromagnetik bergantung pada permitivitas listrik dan permeabilitas magnetic medium. Maka, secara umum persamaan kecepatan perambatan gelombang elektromagnetik untuk berbagai medium adalah :

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}}$$

dengan:

c = laju perambatan dalam medium

ϵ = permitivitas medium

μ = permeabilitas medium

Contoh soal

Gelombang elektromagnetik dalam suatu medium memiliki kelajuan $2,8 \times 10^8 \text{ m/s}$. Jika permitivitas medium $12,76 \times 10^{-7} \text{ wb/Am}$, tentukanlah permeabilitas medium tersebut.

Jawab

Diketahui:

$$c = 2,8 \times 10^8 \text{ m/s},$$

$$\epsilon = 12,76 \times 10^{-7} \text{ wb/Am}.$$

Dengan menggunakan Persamaan Maxwell, diperoleh :

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}}$$

$$\mu = \frac{1}{c^2 \epsilon}$$

$$\mu = \frac{1}{(2,8 \times 10^8)^2 (12,76 \times 10^{-7})} = 2,7 \times 10^{-3} \text{ wb/Am}$$

1.2 Sifat Rambat Gelombang Elektromagnetik

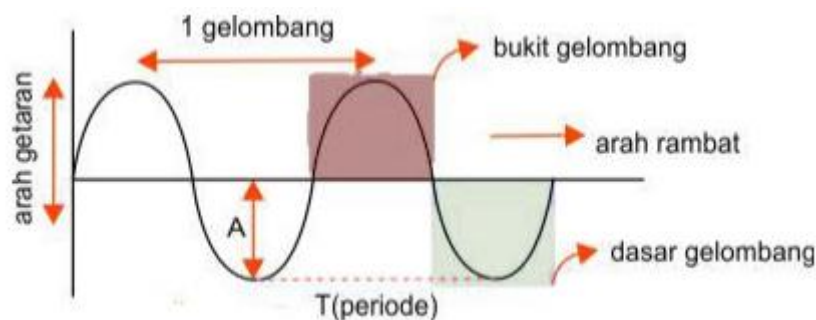
Sifat-sifat gelombang elektromagnetik yaitu;

- dapat merambat dalam ruang hampa
- merupakan gelombang transversal
- tidak memiliki muatan listrik sehingga bergerak lurus dalam medan magnet maupun medan listrik
- dapat mengalami pemantulan, pembiasan, polarisasi, interferensi, dan difraksi.

Gelombang transversal merupakan getaran memiliki arah getaran tegak lurus terhadap arah perambatan, contoh dari gelombang transversal ini adalah jika anda menjumpai gelombang air di lautan ataupun gelombang tali, dikarenakan arah getarannya tegak lurus dengan arah dari getaran maka bentuk dari gelombang ini seperti gunung dan juga lembah yang berurutan, dan dibawah ini adalah ilustrasi dan juga istilah yang ada di gelombang transversal.

Ciri ciri dari gelombang Transversal memiliki:

- Puncak Gelombang (gunung), merupakan titik tertinggi dari gelombang
- Dasar Gelombang (lembah) merupakan titik dasar atau yang terendah di suatu gelombang
- Bukit Gelombang merupakan bagian dari gelombang yang menyerupai gunung dengan titik yang tertinggi atau puncak dari gelombang,
- Panjang Gelombang merupakan jarak antara dua puncak atau bisa juga dua lembah gelombang,
- Amplitudo (A) merupakan simpangan yang terjauh dari garis keseimbangan
- Periode (T) merupakan Waktu yang diperlukan untuk bisa menempuh jarak dua puncak atau dua buah lembah yang berurutan, atau lebih gampangnnya anda bisa sebut kalau waktu yang diperlukan untuk membentuk suatu gelombang



Gambar 1.2 Gelombang Transversal

1.3 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Berbagai jenis gelombang elektromagnetik hanya berbeda dalam frekuensi dan panjang gelombangnya. Hubungan kecepatan perambatan gelombang, frekuensi, dan panjang gelombang dinyatakan sebagai berikut.

$$c = f \times \lambda$$

Keterangan:

c = kecepatan perambatan gelombang (m/s)

f = frekuensi gelombang (Hz)

λ = panjang gelombang (m)

Contoh soal :

Sebuah gelombang elektromagnetik merambat dalam ruang hampa dengan kecepatan rambat 3×10^8 m/s. Jika panjang gelombangnya 30 m, maka tentukan frekuensi gelombang tersebut?

Jawab

Diketahui :

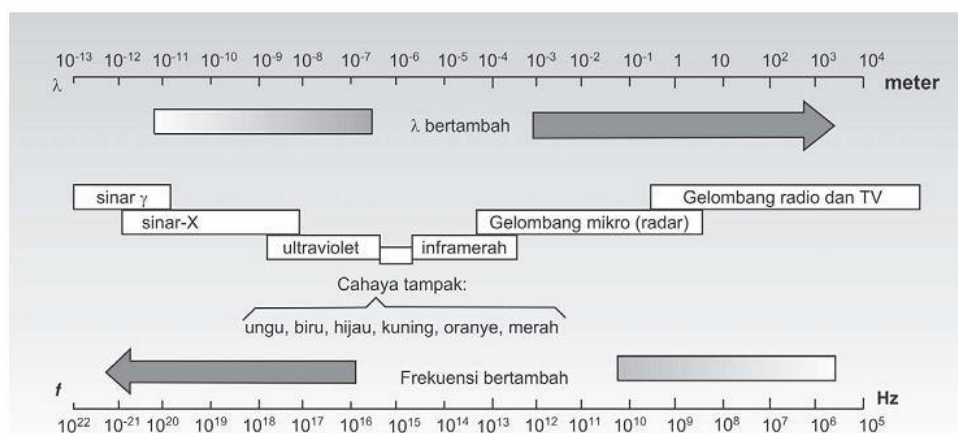
$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\lambda = 30 \text{ m/s}$$

Ditanyakan : $f = \dots ?$

$$\begin{aligned} f &= \frac{c}{\lambda} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{30} \\ &= 10^7 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Perbedaan interval/ jarak panjang gelombang dan frekuensi gelombang yang disusun secara berurutan disebut spektrum gelombang elektromagnetik.



Gambar 1.3 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik terdiri dari bermacam-macam gelombang yang berbeda frekuensi dan panjang gelombangnya, tetapi kecepatannya di ruang hampa adalah sama. Urutan spektrum gelombang elektromagnetik diurutkan dari frekuensi terkecil hingga terbesar (atau dari Panjang gelombang terbesar hingga terkecil) yaitu;

1. Gelombang radio (10^4 - 10^7 Hz) dapat dihasilkan oleh rangkaian elektronika yang disebut osilator. Gelombang radio dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sarana komunikasi. Karena sifatnya mudah dipantulkan oleh ionosfer, maka gelombang ini mampu mencapai tempat-tempat yang jaraknya jauh.
2. Gelombang televisi (10^8 Hz) gelombang televisi merambat lurus, tidak dapat dipantulkan oleh lapisan-lapisan atmosfer bumi. Untuk menangkap gelombang ini, diperlukan stasiun penghubung (relay).
3. Gelombang mikro (microwave) ($\sim 10^9$ Hz) gelombang mikro dengan frekuensi 3 GHz dapat digunakan untuk alat komunikasi, memasak, dan radar. Antena radar (Radio Detection and Ranging) dapat bertindak sebagai pemancar dan penerima gelombang elektromagnetik. Jika selang waktu antara pengitiman pulsa ke sasaran dan penerimaan pulsa pantulan ke sasaran adalah Δt , maka jarak (s) sasaran ke pusat radar adalah;

$$s = \frac{c \times \Delta t}{2}$$

Di pangkalan udara, antena pemancar radar dapat berputar ke segala arah untuk mendeteksi adanya pesawat terbang yang menuju atau meninggalkan pangkalan udara.

4. Sinar inframerah (10^{11} - 10^{14} Hz) sinar inframerah tidak banyak dihamburkan oleh partikel-partikel udara sehingga dengan menggunakan pelat-pelat film yang peka terhadap gelombang inframerah, pesawat udara maupun satelit dapat membuat potret-potret permukaan bumi.
5. Sinar tampak (10^{14} - 10^{15} Hz) sinar tampak membantu kita dalam melihat objek-objek. Spektrum warna dari panjang gelombang terbesar sampai panjang gelombang terkecil yaitu merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu.
6. Sinar ultraviolet (10^{15} - 10^{16} Hz) dihasilkan oleh atom-atom dan molekul-molekul dan memungkinkan kita untuk mengetahui unsur-unsur dalam suatu bahan. Matahari merupakan sumber utama sinar ultraviolet.
7. Sinar-X (10^{16} - 10^{20} Hz) ditemukan oleh Wilhem Conrad Rontgen sehingga sering disebut sebagai sinar rontgen. Sinar-X dapat dihasilkan dengan menembakkan elektron berkecepatan tinggi pada permukaan logam dalam tabung hampa. Karena panjang

gelombangnya yang sangat pendek, sinar-X memiliki daya tembus yang kuat. Sinar-X banyak digunakan dalam bidang kedokteran (mendeteksi organ dalam tubuh, memotret posisi tulang, dll) dan bidang industri.

8. Sinar gamma (10^{20} - 10^{25} Hz) merupakan gelombang yang memiliki frekuensi terbesar dan dihasilkan oleh inti atom yang tidak stabil. Sinar gamma memiliki daya tembus yang sangat besar, sehingga bisa menembus pelat besi yang memiliki ketebalan beberapa cm.

1.4 Saluran Transmisi

Fungsi utama saluran transmisi adalah menyalurkan sinyal atau informasi dari satu titik (pengirim) ke titik lainnya (penerima), dan juga menjaga keutuhan sinyal tersebut. Pada umumnya saluran transmisi berfungsi sebagai :

- a. Saluran Informasi (sinyal)
- b. Sebagai Induktor
- c. Sebagai Kapasitor
- d. Sebagai Resonator
- e. Sebagai Transformer
- f. Sebagai Insulator (VHF)

Untuk frekuensi yang lebih tinggi lagi (gelombang mikro), digunakan saluran khusus yang dikenal sebagai “Pemandu Gelombang” (Wave Guides).

Contoh penggunaan saluran transmisi :

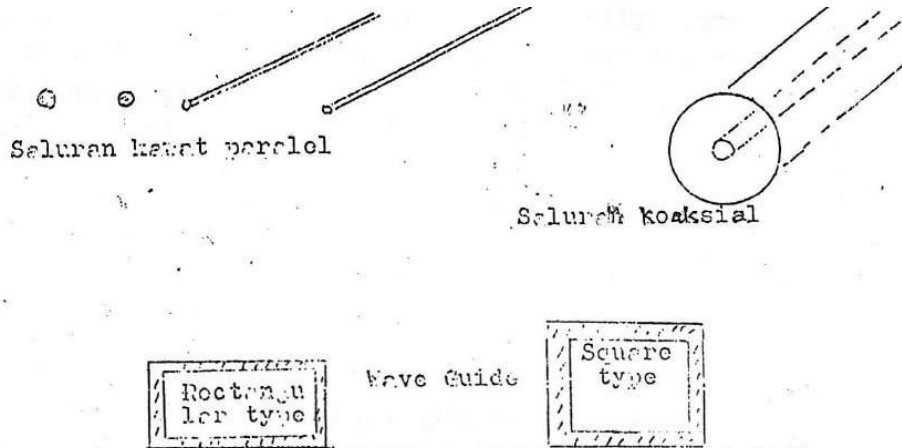
Saluran untuk menghubungkan Power Amplifier dengan Antena sebagai Induktor; bila pada ujung saluran terbuka (open). Sebagai Kapasitor; bila pada ujung saluran terpinas (short). Dan pada panjang saluran tertentu, maka dapat difungsikan sebagai resonator, Transformator ataupun Insulator.

1.5 Bentuk dan Jenis Saluran Transmisi

Dikenal 3 Jenis saluran Transmisi:

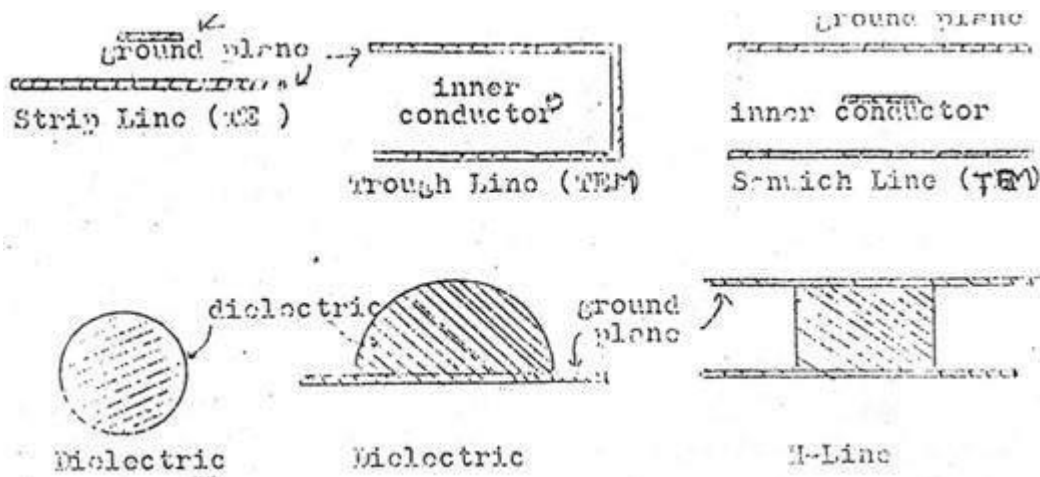
- a. Saluran kawat paralel (parallel wire type)
- b. Saluran Koaksial (Coaxial type)
- c. Wave guides.

Saluran kawat paralel dan koaksial, keduanya disebut pula saluran TEM (TEM mode), dan saluran Wave guides disebut TE atau T mode lines.



Gambar 1.4 Bentuk Saluran Transmisi

Bentuk-bentuk lain saluran TEM, TE dan TM, diperlihatkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 1.5 Bentuk Saluran Transmisi TEM, TE dan TM

1.6 Koefisien Refleksi

Koefisien refleksi tegangan $|\Gamma|$ memiliki nilai kompleks, yang dapat mempresentasikan besarnya magnitudo dan phasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari Γ sama dengan nol, maka :

$\Gamma = -1$: refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat

$\Gamma = 0$: tidak ada refkelsi, ketika saluran dalam keadaan matched

$\Gamma = +1$: refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka

Kondisi yang paling baik adalah ketika nilai $S = 1$, yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran transmisi dalam keadaan *matching* sempurna. Tetapi sangat sulit didapatkan, sehingga nilai standar VSWR yang diijinkan untuk simulasi dan pabrikan antenna mikrostrip adalah VSWR lebih kecil sama dengan 2.

1.7 Penyesuaian Impedansi

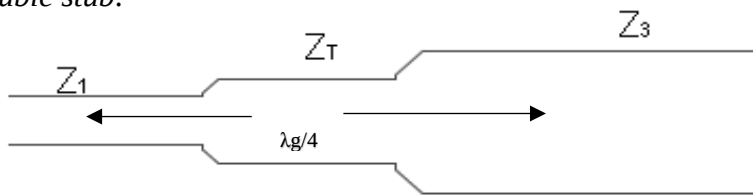
Impedansi masukan adalah perbandingan antara tegangan dan arus pada sepasang terminal masukan antenna atau merupakan total impedansi dari impedansi karakteristik pada saluran transmisi (Z_0) dan impedansi beban pada antenna (Z_L) dan dapat dirumuskan seperti :

$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z_L + j Z_0 \tan \beta l}{Z_0 + j Z_L \tan \beta l}$$

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda_g}$$

Dengan β sebagai konstanta propagasi.

Suatu jalur transmisi dikatakan *matched* apabila karakteristik impedansi $Z_0 = Z_L$, atau dengan kata lain tidak ada refleksi yang terjadi pada ujung saluran beban. Z_0 merupakan karakteristik impedansi suatu saluran transmisi dan biasanya bernilai 50 Ω , sedangkan Z_L merupakan impedansi dari beban berupa antenna. Untuk mendapatkan kondisi yang *matching*, yaitu dengan menambahkan transformator $\frac{\lambda}{4}$ seperti pada gambar 1.6 , pemberian *single stub* dan *double stub*.



Gambar 1.6 Transformator $\lambda/4$

Transformator $\lambda/4$ adalah suatu teknik *impedance matching* dengan cara memberikan impedansi Z_T diantara dua saluran transmisi yang tidak *match*. Panjang saluran transmisi transformator $\lambda/4$ adalah sebesar $l = \frac{1}{4} \lambda_g$ dimana λ_g merupakan panjang gelombang bahan dielektrik yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}}$$

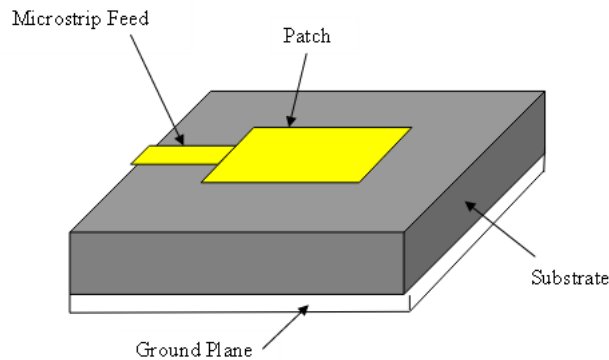
Sedangkan untuk nilai impedansi Z_T dapat dihitung dengan persamaan :

$$Z_T = \sqrt{Z_1 Z_3}$$

1.8 Saluran Mikrostrip

Saluran transmisi mikrostrip tersusun dari dua konduktor, yaitu sebuah strip dengan lebar dan bidang pentanahan, keduanya dipisahkan oleh suatu substrate yang memiliki permitivitas relatif ϵ_r dengan tinggi h seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.7. Parameter utama yang penting untuk diketahui pada suatu saluran transmisi adalah impedansi karakteristiknya Z_0 .

Impedansi karakteristik Z_0 dari saluran mikrostrip ditentukan oleh lebar strip (W) dan tinggi substrate (h).



Gambar 1.7 Saluran Mikrostrip

1.9 Material dan Bahan

Substrat adalah bahan dasar untuk perancangan antenna mikrostrip yang memiliki karakteristik berbeda-beda tergantung spesifikasi yang dimiliki. Adapun spesifikasi substrat yang mempengaruhi karakteristik antenna antara lain Konstanta Dielektrik, Ketebalan (h) dan loss tangen (dissipation loss). Jenis substrat PCB yang banyak digunakan adalah FR-4 Epoxy, Duriod, Taconic dan Arlon. Substrat juga bisa menggunakan bahan-bahan jenis wearable misalnya catton, silk dan jeans.

Dalam pemilihan jenis bahan, hal yang perlu diperhatikan adalah :

1. Kebutuhan Frekuensi Kerja, spesifikasi substrat harus sesuai dengan kebutuhan frekuensi kerja dari antenna yang di desain
2. Kebutuhan Bandwidth, untuk memperoleh bandwidth yang lebar disarankan menggunakan substrat yang lebih tipis
3. Kebutuhan Gain, untuk memperoleh gain yang lebih baik disarankan menggunakan substrat yang lebih tebal
4. Kebutuhan Efisiensi Daya, untuk memperoleh efisiensi daya yang baik (Aplikasi WPT), disarankan menggunakan substrat dengan loss tangen dan DK yang kecil
5. Kebutuhan Dimensi dan Ukuran Antena, untuk memperoleh dimensi yang kecil disarankan menggunakan substrat dengan DK yang besar

TLY Typical Values					
Property	Test Method	Unit	Value	Unit	Value
Dk @ 10 GHz	IPC-650 2.5.5.5		2.20		2.20
Df @ 10 GHz	IPC-650 2.5.5.5		0.0009		0.0009
Moisture Absorption	IPC-650 2.6.2.1	%	0.02	%	0.02
Dielectric Breakdown	IPC-650 2.5.6	kV	>45	kV	>45
Dielectric Strength	ASTM D149	V/mil	2,693	V/mm	106,023
Volume Resistivity	IPC-650 2.5.17.1 (after elevated temp.)	Mohms/cm	10 ¹⁰	Mohms/cm	10 ¹⁰
Volume Resistivity	IPC-650 2.5.17.1 (after humidity)	Mohms/cm	10 ¹⁰	Mohms/cm	10 ⁹
Surface Resistivity	IPC-650 2.5.17.1 (after elevated temp.)	Mohms	10 ⁸	Mohms	10 ⁸
Surface Resistivity	IPC-650 2.5.17.1 (after humidity)	Mohms	10 ⁸	Mohms	10 ⁸
Flex Strength (MD)	IPC-650 2.4.4	psi	14,057	N/mm ²	96.91
Flex Strength (CD)	IPC-650 2.4.4	psi	12,955	N/mm ²	89.32
Peel Strength (1/2 oz. ED copper)	IPC-650 2.4.8	lbs./inch	11	N/mm	1.96
Peel Strength (1 oz. CL1 copper)	IPC-650 2.4.8	lbs./inch	16	N/mm	2.86
Peel Strength (1 oz. CV1 copper)	IPC-650 2.4.8	lbs./inch	17	N/mm	3.04
Peel Strength	IPC-650 2.4.8 (at elevated temp.)	lbs./inch	13	N/mm	2.32
Young's Modulus (MD)	ASTM D 3039/IPC-650 2.4.19	psi	1.4 x 10 ⁶	N/mm ²	9.65 x 10 ³
Poisson's Ratio (MD)	ASTM D 3039/IPC-650 2.4.19		0.21		0.21
Thermal Conductivity	ASTM F 433	W/M*K	0.22	W/M*K	0.22
Dimensional Stability (MD, 10 mil)	IPC-650 2.4.39 (avg. after bake & thermal stress)	mils/inch	-0.038	mm/M	-0.038
Dimensional Stability (CD, 10 mil)	IPC-650 2.4.39 (avg. after bake & thermal stress)	mils/inch	-0.031	mm/M	-0.031
Density (Specific Gravity)	ASTM D 792	g/cm ³	2.19	g/cm ³	2.19
CTE (x) (25 - 260 °C)	ASTM D 3386 (TMA)	ppm/°C	26	ppm/°C	26
CTE (y) (25 - 260 °C)	ASTM D 3386 (TMA)	ppm/°C	15	ppm/°C	15
CTE (z) (25 - 260 °C)	ASTM D 3386 (TMA)	ppm/°C	217	ppm/°C	217
NASA Outgassing (% TML)			0.01		0.01
NASA Outgassing (% CVCN)			0.01		0.01
NASA Outgassing (% WVR)			0.00		0.00
UL-94 Flammability Rating	UL-94		V-0		V-0

KD

Loss Tangen

Gambar 1.7 Contoh spesifikasi bahan material taconic



EVALUASI

1. Jelaskan konsep dasar gelombang elektromagnetik !
2. Jelaskan konsep dari spektrum pada gelombang elektromagnetik !
3. Jelaskan sifat rambat dari gelombang elektromagnetik !
4. Sebuah gelombang elektromagnetik merambat dalam ruang hampa dengan kecepatan rambat $3 \times 10^8 \text{ m/s}$. Jika panjang gelombangnya 40 m, maka tentukan frekuensi gelombang tersebut !
5. Jelaskan konsep dasar dari :
 - a. Koefisien Refleksi
 - b. Penyesuai Impedansi
6. Jelaskan pengaruh material dan bahan pada perancangan antenna !

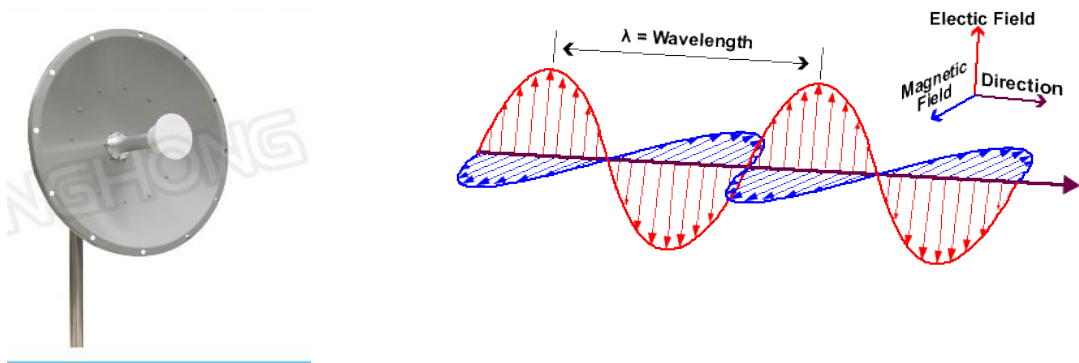
TOPIK II

KONSEP DASAR ANTENA

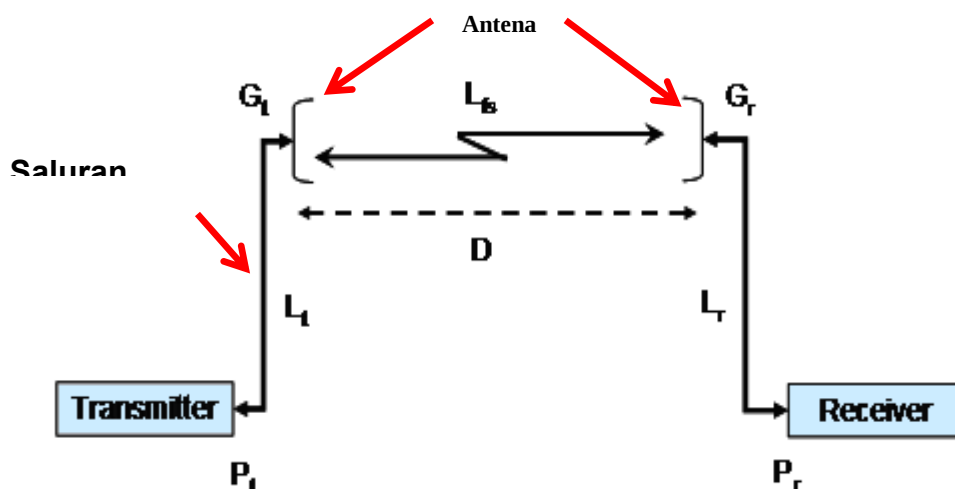
2.1 Konsep Dasar Antena

Definisi antenna adalah komponen pasif yang terbuat dari konduktor/logam dan berfungsi untuk memancarkan atau menerima energi gelombang elektromagnetik (EM) dari media kabel ke udara (sebagai antena pemancar) atau sebaliknya (sebagai antena penerima). Merupakan transisi dari gelombang terbimbing (saluran transmisi) ke gelombang udara bebas “free space” atau sebaliknya.

Disebut Gelombang Elektromagnetik karena gelombang tersebut mengandung Medan Listrik E dan medan magnet H yang saling tegak lurus.



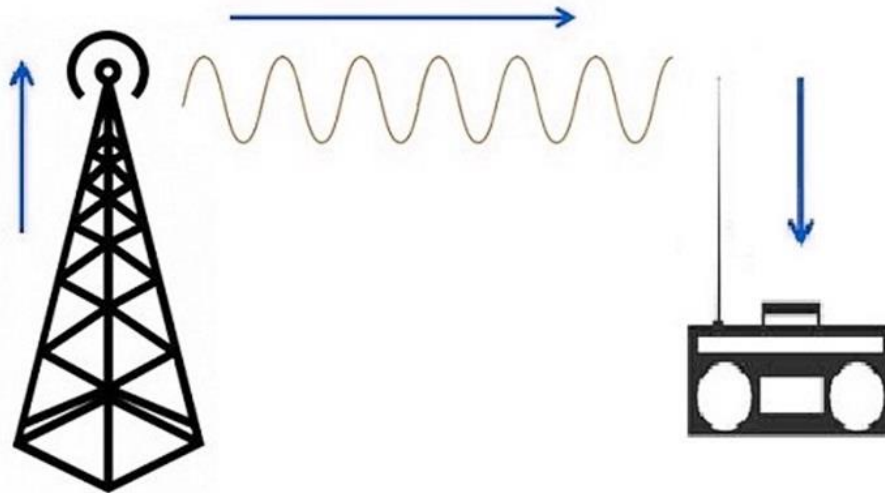
Gambar 2.1 Prinsip Kerja Antenna



Gambar 2.2 Posisi Penempatan Antena *Line Of Sight*

2.2 Prinsip Kerja Antena

Antena Mengubah getaran listrik dari perangkat radio menjadi getaran elektromagnetik yang diradiasikan melalui udara. Ukuran fisik dari radiasinya akan setara dengan panjang gelombangnya. Semakin tinggi frekwensinya, antenanya akan semakin kecil. Kedua perangkat radio harus bekerja di frekwensi yang sama dan antena akan melakukan pekerjaan sekaligus, mengirim dan menerima sinyal.



Gambar 2.3 Proses Pengiriman dan Penerimaan Sinyal pada Antenna

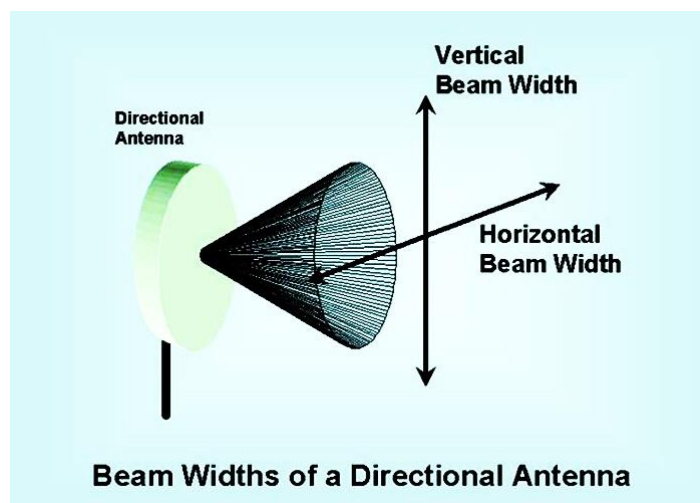
Sebuah antena terdiri dari beberapa elemen atau susunan bahan logam. Susunan tersebut terhubung dengan sebuah saluran transmisi dari pemancar ataupun penerima yang tentunya ada kaitannya dengan gelombang elektromagnetik. Untuk lebih mempermudah, mari kita ambil contoh sebuah Stasiun pemancar radio. Stasiun pemancar radio yang ingin memancarkan programnya, tentu harus merekam musik atau menangkap suara si penyiar melalui microfone terlebih dahulu. Kemudian sinyal suara tersebut diubah menjadi sinyal listrik.

Setelah itu sinyal listrik tersebut masuk ke rangkaian pemancar untuk dimodulasi serta diperkuat sinyal RFnya. Kemudian dari rangkaian pemancar tadi, sinyal listrik mengalir ke sepanjang kabel transmisi antena hingga pada akhirnya sampai ke antena. Elektron yang berada pada sinyal listrik akan bergerak naik turun (bolak-balik) sehingga dapat menimbulkan radiasi elektromagnetik yang berbentuk gelombang radio. Selanjutnya, gelombang radio tersebut dipancarkan dengan kecepatan cahaya. Pada saat orang menyalakan radio dengan frekwensi tertentu, gelombang radio yang dikirim akan mengalir melalui antena dan menyebabkan elektron bergerak naik turun (bolak-balik). Pergerakan elektron pada antena tersebut akan menimbulkan energi listrik.

2.3 Karakteristik Antenna

Pada prinsipnya antenna memiliki dua fungsi dasar yakni yang pertama untuk menangkap dan menerima sinyal, dan yang kedua adalah untuk mengarahkan radiasi sinyal ke arah yang diinginkan. Karakteristik *directional* antenna merupakan proses bagaimana sebuah antenna digunakan dalam sistem komunikasi radio.

Karakteristik tersebut sangat erat kaitannya dengan beberapa parameter antenna seperti gain, pola radiasi (antenna), *directivity*, dan juga polarisasi. Selain itu juga terdapat parameter lain seperti beamwidth, panjang efektif (*effective length*), diafragma, hingga terminal (input) impedansi.



Gambar 2.4 Karakteristik Antenna

2.4 Parameter Antena

Sebelumnya telah disinggung mengenai beberapa parameter yang ada dalam sebuah antenna seperti gain, pola radiasi (antenna), *directivity*, dan polarisasi. Parameter tersebut sangat penting diperhatikan saat kita membuat antenna. Berikut beberapa parameter yang paling penting pada sebuah antenna.

2.4.1 Gain

Gain atau yang juga kerap disebut dengan *directivity gain* adalah parameter antenna yang mengukur kemampuan sebuah antenna atau seberapa efisien sebuah antenna dalam mengarahkan radiasi sinyal dan menerima sinyal dari arah tertentu. Satuan yang digunakan untuk parameter gain ini adalah *decibel* (db).

Bila pada arah tertentu antenna mempunyai penguatan sebesar G , maka:

$$W_{\text{rata2 (arah tertentu)}} = \frac{G P_t}{4\pi R^2}$$

Apabila diketahui daya masukan pada antena Pin maka

$$G = 4\pi \frac{U}{P_{in}}$$

Gain (directive gain) adalah karakter antena yang terkait dengan kemampuan antena mengarahkan radiasi sinyalnya, atau penerimaan sinyal dari arah tertentu.

$$G(\theta, \Phi) = k D(\theta, \Phi) \text{ tanpa satuan}$$

k adalah efisiensi radiasi antena : $1 < k < 0$

Gain antena dapat diperoleh dengan mengukur daya pada main lobe dan membandingkan dengan daya pada antena referensi

$$G = \frac{P_{\max}(\text{antena yang diukur})}{P_{\max}(\text{antena acuan})} \times G(\text{antena acuan})$$

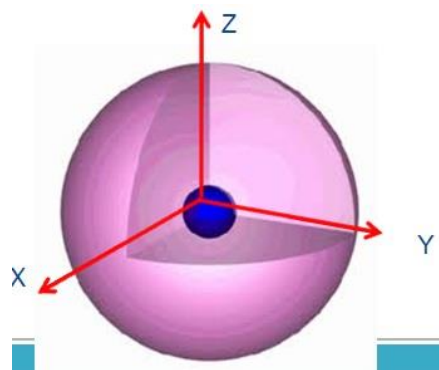
$$G_{dB} = 10 \log \left(\frac{P_{\max}}{P_{r\max}} \times G_r \right) = 20 \log \left(\frac{V_{\max}}{V_{r\max}} \times G_r \right)$$

2.4.2 Pola Radiasi

Parameter yang kedua adalah pola radiasi antena atau bahasa kerennya adalah radiation pattern. Parameter yang satu ini erat kaitannya dengan kekuatan antena dalam memancarkan gelombang radio ataupun menerima gelombang radio pada sudut yang berbeda. Parameter ini digambarkan dalam bentuk plot tiga dimensi.

Pola radiasi juga dapat dikatakan sebagai fungsi matematika atau penggambaran secara grafis dari sifat sifat radiasi suatu antena dalam koordinat bidang/ruang atau menjelaskan bagaimana antena meradiasikan energi ke ruang hampa atau sebaliknya”

- Pola radiasi/*radiation pattern* : *Isotropic*

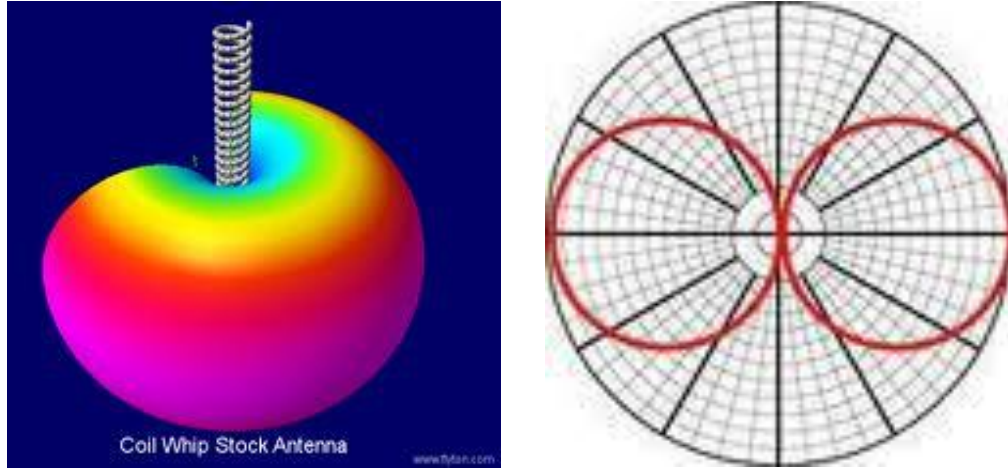


Gambar 2.5 Pola radiasi Antena *Isotropic*

Antena isotropis adalah antena titik yang memancarkan daya ke segala arah dengan intensitas yang sama besar. Jika P_t adalah daya radiasi dari sumber isotropis, maka kerapatan daya radiasi pada jarak R atau (daya rata rata)

$$U = \frac{P}{4\pi} = W_{\text{rata rata}} \times R^2$$

- Pola radiasi/radiation pattern : *Omnidirectional*



Gambar 2.6 Pola radiasi Antena *Omnidirectional*

2.4.3 Keterarahan

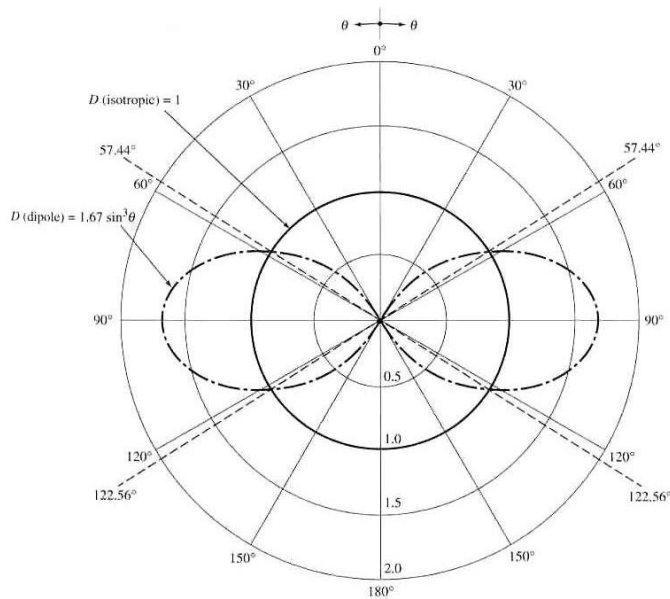
Selanjutnya ada parameter keterarahan atau yang juga sering disebut *directivity*. Directivity adalah perbandingan antara densitas daya yang dimiliki antenna pada jarak titik tertentu relatif terhadap sebuah radiator isotropis. Untuk anda yang belum tahu, radiator isotropis adalah pemancaran radiasi antenna ke semua arah secara seragam.

Directivity adalah perbandingan antara kerapatan (daya) radiasi maksimum dengan kerapatan (daya) radiasi rata rata atau perbandingan antara intensitas radiasi (**W/satuan sudut**) arah tertentu dengan intensitas radiasi (**W/satuan sudut**) rata rata arah lain. Atau perbandingan antara intensitas radiasi sumber non isotropis pada arah tertentu dengan intensitas radiasi sumber isotropis

$$D = \frac{U(\theta, \varphi)_{\text{maks}}}{U(\theta, \varphi)_{\text{rata rata}}} = \frac{U(\theta, \varphi)_{\text{maks}}/r^2}{U(\theta, \varphi)_{\text{rata rata}}/r^2}$$

Intensitas daya radiasi

Kerapatan daya radiasi



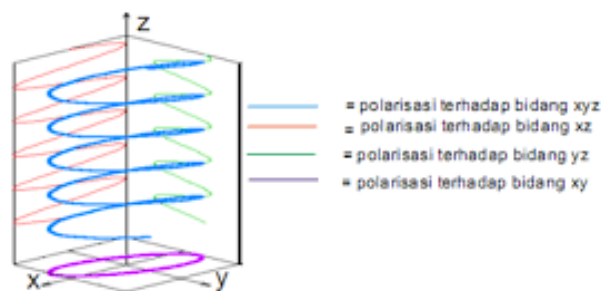
Gambar 2.7 Directivity Antenna

2.4.4 Polarisasi

Yang terakhir ada parameter polarisasi atau *polarization*. Parameter ini merupakan arah rambat dari medan listrik atau dalam kata lain penyebaran vektor medan listrik. Polarisasi yang dimaksud disini sangat berhubungan dengan permukaan bumi dan kecocokan struktur antenna dengan orientasinya. Tujuan utamanya tak lain untuk mendapatkan efisiensi maksimum transmisi sinyal.

Polarisasi antenna merupakan orientasi perambatan radiasi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh suatu antenna dimana arah elemen antenna terhadap permukaan bumi sebagai referensi

- Linier : Vertikal, horizontal
- Lingkaran : Searah jarum jam, berlawanan
- Elip : Searah jarum jam, berlawanan



Gambar 2.8 Polarisasi Antenna

2.4.5 Return Loss

Return loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan (V_0^-) terhadap gelombang yang dikirimkan (V_0^+), sehingga tidak semua daya yang diradiasikan tetapi ada yang dipantulkan kembali[3]. Gelombang yang dipantulkan kembali disebut koefisien refleksi tegangan yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1[3] :

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

Dimana :

Γ = koefisien refleksi tegangan

V_0^- = tegangan yang dipantulkan (Volt)

V_0^+ = tegangan yang dikirimkan (Volt)

Z_L = impedansi beban atau load (Ohm)

Z_0 = impedansi saluran lossless (Ohm)

Return loss merupakan parameter S_{11} pada parameter S (Scattering Parameters) menggunakan satuan pengukuran dB, dan terdapat pada saluran transmisi. Besar nilai dari *return loss* dapat dihitung menggunakan rumus :

$$R_{L_{dB}} = -20 \log_{10} |\Gamma|$$

Nilai *return loss* yang baik adalah dibawah -9.54 dB sehingga nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan dengan kata lain, saluran transmisi sudah berada dalam keadaan sesuai (*matching*).

2.4.6 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ($|V|_{\max}$) dengan minimum ($|V|_{\min}$) yang terdapat pada saluran transmisi. Koefisien refleksi tegangan $|\Gamma|$ memiliki nilai kompleks, yang dapat mempresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari Γ sama dengan nol, maka :

$\Gamma = -1$: refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat

$\Gamma = 0$: tidak ada refkelsi, ketika saluran dalam keadaan matched

$\Gamma = +1$: refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka

Sedangkan untuk mencari nilai VSWR dapat menggunakan persamaan seperti[3] :

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

Kondisi yang paling baik adalah ketika nilai VSWR sama dengan 1 atau $S = 1$, yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran transmisi dalam keadaan *matching* sempurna. Tetapi

sangat sulit didapatkan, sehingga nilai standar VSWR yang diijinkan untuk simulasi dan pabrikan antenna mikrostrip adalah VSWR lebih kecil sama dengan 2.

2.4.7 Bandwidth

Bandwidth merupakan rentang frekuensi dari suatu antenna dengan perhitungan antara kedua sisi frekuensi tengah yaitu frekuensi atas dan frekuensi bawah dengan karakteristik antenna seperti (masukkan impedansi, pola radiasi, polarisasi, *beamwidth*, *gain* dan efisiensi) telah terpenuhi pada frekuensi tengah[9]. Untuk antenna *broadband*, *bandwidth* dinyatakan sebagai rasio perbandingan antara frekuensi atas dan frekuensi bawah yang dihasilkan oleh antenna. Misalnya, *bandwidth* 10:1 menunjukkan bahwa frekuensi atas 10 kali lebih besar dibandingkan frekuensi bawah. Sedangkan untuk antenna *narrowband*, *bandwidth* merupakan perbandingan persentase dari frekuensi atas dikurangi frekuensi bawah atas frekuensi tengah[9]. Untuk *bandwidth broadband* dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti berikut[8] :

$$BW_{broadband} = \frac{f_H}{f_L}$$

Dimana :

BW : *bandwidth*

f_H : frekuensi atas

f_L : frekuensi bawah

Sedangkan untuk *bandwidth narrowband* dapat dihitung dengan rumus :

$$BW_{narrowband} (\%) = \left(\frac{f_H - f_L}{f_c} \right) \times 100\%$$

Dimana :

BW : *bandwidth*

f_H : frekuensi atas

f_L : frekuensi bawah

f_c : frekuensi tengah

Antena dapat dikatakan *broadband* ketika hasil perhitungan memiliki nilai 2 atau lebih, jika dibawah 2 maka termasuk dalam antenna *narrowband*[8]. Untuk antenna mikrostrip terdapat beberapa jenis *bandwidth* yang digunakan yaitu[3] :

Impedance bandwidth, yaitu rentang frekuensi dimana *patch* antenna berada pada keadaan *matching* dengan saluran pencatu. Hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antenna bervariasi nilainya tergantung dari nilai frekuensi.

Pattern bandwidth, yaitu rentang frekuensi *beamwidth*, *sidelobe*, atau *gain* bervariasi menurut frekuensi memenuhi nilai tertentu.

Polarization atau *axial ratio bandwidth*, yaitu rentang frekuensi dimana polarisasi (*linear* atau *melingkar*) masih terjadi. Nilai *axial ratio* untuk polarisasi *melingkar* adalah lebih dari 3 dB.

2.4.8 Impedansi Masukan

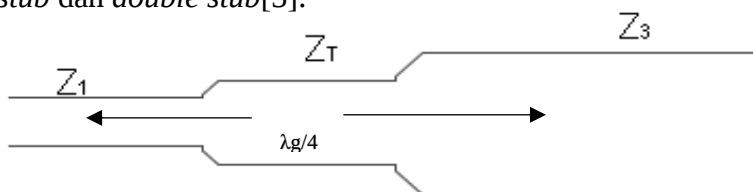
Impedansi masukan adalah perbandingan antara tegangan dan arus pada sepasang terminal masukan antenna atau merupakan total impedansi dari impedansi karakteristik pada saluran transmisi (Z_0) dan impedansi beban pada antenna (Z_L) dan dapat dirumuskan seperti :

$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z_L + j Z_0 \tan \beta l}{Z_0 + j Z_L \tan \beta l}$$

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda_g}$$

Dengan β sebagai konstanta propagasi.

Suatu jalur transmisi dikatakan *matched* apabila karakteristik impedansi $Z_0 = Z_L$, atau dengan kata lain tidak ada refleksi yang terjadi pada ujung saluran beban. Z_0 merupakan karakteristik impedansi suatu saluran transmisi dan biasanya bernilai 50 Ω , sedangkan Z_L merupakan impedansi dari beban berupa antenna[3]. Untuk mendapatkan kondisi yang *matching*, yaitu dengan menambahkan transformator $\frac{\lambda}{4}$ seperti pada gambar 1.9 , pemberian *single stub* dan *double stub*[3].



Gambar 2.9 Transformator $\lambda/4$ [3]

Transformator $\lambda/4$ adalah suatu teknik *impedance matching* dengan cara memberikan impedansi Z_T diantara dua saluran transmisi yang tidak *match*. Panjang saluran transmisi transformator $\lambda/4$ adalah sebesar $l = \frac{1}{4} \lambda_g$ dimana λ_g merupakan panjang gelombang bahan dielektrik yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini[3] :

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}}$$

Sedangkan untuk nilai impedansi Z_T dapat dihitung dengan persamaan[3] :

$$Z_T = \sqrt{Z_1 Z_3}$$



EVALUASI

1. Jelaskan konsep dasar antenna !
2. Jelaskan konsep dari karakteristik antenna dibawah ini :
 - a. Penguatan (*Gain*)
 - b. Keterarahan (*Directivity*)
 - c. Pola radiasi
3. Jelaskan perbedaan dari *beamwidth* dan *bandwidth* pada antenna !
4. Jika diketahui sebuah antenna memiliki rentangan frekuensi kerja 2360 – 2490 MHz dengan keterarahan 12 dB dan efisiensi antenna 90 %. Hitunglah :
 - a. Bandwidth impedansi
 - b. Gain
5. Jika diketahui sebuah antenna memiliki impedansi sebesar 43 Ω dan impedansi saluran transmisi adalah 50 Ω . Hitunglah :
 - a. Koefisien refleksi
 - b. VSWR
 - c. Return loss

BAB III

JENIS ANTENA

3.1 Antena Grid

Antena Grid Wifi 2,4 GHz dengan *gain* 21 dB, sangat cocok digunakan untuk antena Wi-Fi dengan sistem *point to point*, atau klien dari *access point* dalam sistem komunikasi Wi-Fi. Antena jenis ini cocok digunakan untuk antenna klien Rt-Rw Net sehingga bisa menekan biaya investasi awal untuk membangun jaringan. Antena *grid* memiliki kekuatan sinyal hingga 24 dB, sementara antena parabolic hingga 18 dB, namun akan membuat pola pengarahan antena menjadi lebih sempit.



Gambar 3.1 Antena Grid

3.2 Yagi Antena

Antena Yagi adalah jenis antena radio atau televisi yang diciptakan oleh Hidetsugu Yagi. Antena ini dilengkapi dengan pengarah dan pemantul yang berbentuk batang. Antenna Yagi terdiri dari tiga bagian, yaitu:

Driven adalah titik catu dari kabel antena, biasanya panjang fisik *driven* adalah setengah panjang gelombang dari frekuensi radio yang dipancarkan atau diterima.

Reflektor adalah bagian belakang antena yang berfungsi sebagai pemantul sinyal, dengan panjang fisik lebih panjang daripada *driven*.

Director adalah bagian pengarah antena, ukurannya sedikit lebih pendek daripada *driven*. Penambahan batang *director* akan meningkatkan nilai *gain* antena



High Gain Yagi Antenna

Gambar 3.2 Antenna Yaggi

3.3 Antena Omni

Fungsi utama antena *wireless* adalah memperluas area *coverage*, bukan untuk memperkuat sinyal, fungsi penguat sinyal adalah pada radio atau *access point*, jadi antena komunikasi Wi-Fi hanya mempunyai kekuatan penguat pasif, kekuatan antena adalah pada pemfokusan gelombang radio, dan semakin besar dBi dari antenna maka semakin luas atau jauh area *coverage* yang bisa dijangkau. Umumnya kualitas dari antena dilihat dari kualitas dari bahan pembuatnya, semakin bagus kualitas elemen yang ada di dalam antenna, maka semakin jauh pula jangkauannya dan konon bahkan bisa mereduksi dari noise atau interferensi yang timbul di sekitarnya. Makanya umumnya semakin mahal harga antena *wireless* semakin jauh pula jangkauannya.



Gambar 3.3 Antenna Omni

3.4 Antena Sektoral

Antena Sectoral hampir mirip dengan antena *omnidirectional*. Antena jenis ini cocok digunakan untuk *Access Point to serve a Point-to-Multi-Point (P2MP) links*. Beberapa antena sectoral dibuat tegak lurus, dan ada juga yang horizontal.

Antena sectoral mempunyai gain jauh lebih tinggi dibanding antena *omnidirectional* di sekitar 10-19 dBi yang bekerja pada jarak atau area 6-8 km. Sudut pancaran antenna ini adalah 45-180 derajat dan tingkat ketinggian pemasangannya harus diperhatikan agar tidak terdapat kerugian dalam penangkapan sinyal.



Gambar 3.4 Antenna Sektoral

Pola pancaran yang horisontal kebanyakan memancar ke arah mana antenna ini di arahkan sesuai dengan jangkauan dari derajat pancarannya, sedangkan pada bagian belakang

antenna tidak memiliki sinyal pancaran. Antena sektoral ini jika di pasang lebih tinggi akan menguntungkan penerimaan yang baik pada suatu *sector* atau wilayah pancaran yang telah di tentukan.

3.5 Antena Parabolik

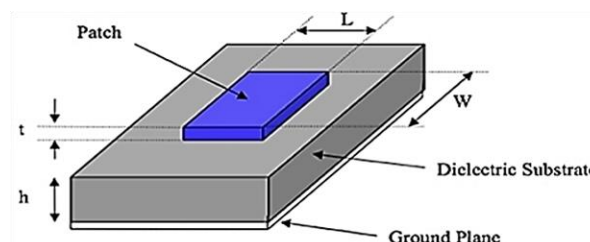
Antena parabolik dipakai untuk jarak menengah atau jarak jauh dan *Gain*-nya bisa antara 18 sampai 28 dBi dan jenis antena ini juga bisa tersambung dengan jaringan Wi-Fi jika kedua antena tersebut saling berhadapan.



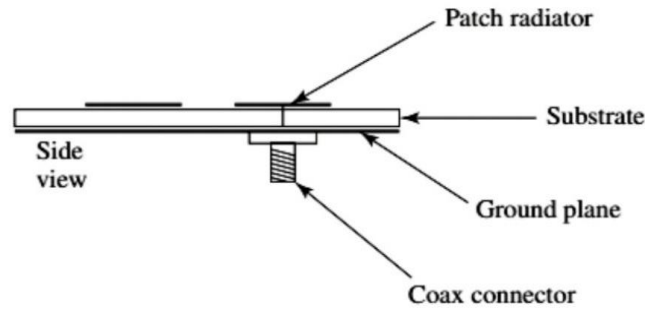
Gambar 3.5 Antenna Parabolic

3.6 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah suatu konduktor metal yang menempel diatas *ground plane* yang diantaranya terdapat bahan substrat dielektrik. Struktur antena mikrostrip pada gambar 3.6 dan 3.7 terdiri dari 3 bagian, yaitu : elemen peradiasi (*patch antenna*), saluran transmisi dan bidang pentahanan atau *ground plane* yang dapat dicetak pada satu atau lebih dielektrik substrat. Antena mikrostrip banyak digunakan untuk frekuensi gelombang mikro karena kemudahan dan kompatibilitas pada papan cetak sirkuit (PCB), juga mudah difabrikasi dengan satu elemen peradiasi atau lebih dari satu elemen peradiasi (*Array*). Akan tetapi, antena mikrostrip memiliki beberapa kelemahan mendasar yaitu *bandwidth* yang sempit keterbatasan *gain* dan daya yang rendah.



Gambar 3.6. Struktur dasar antena mikrostrip



Gambar 3.7 Mikrostrip tampak samping

Beberapa keunggulan dari antenna mikrostrip dibandingkan jenis antenna yang lain[6], yaitu :

1. Dapat terintegrasi langsung dengan komponen aktif atau komponen pasif *Microwave* (MIC).
2. Elemen peradiasi yang diproduksi dalam jumlah banyak dapat dibuat dengan proses *etching* sederhana, sehingga dapat mengurangi biaya dalam pembuatan.
3. Memiliki berat yang ringan dan ukuran yang kecil sehingga dapat dipasang pada permukaan yang melengkung.
4. Dapat bekerja pada frekuensi ganda dengan tambahan elemen peradiasi (*patch*) yang ditumpuk atau dengan penambahan *stub*.
5. Dapat digunakan untuk radar cross yang biasa dipakai pada pesawat terbang atau peluru kendali (*missile*).

Adapun kelemahan yang terdapat pada antenna mikrostrip antara lain:

1. Satu elemen peradiasi dengan ketebalan substrat yang tipis (kurang dari $0.02\lambda_0$) umumnya memiliki *bandwidth* yang sempit kurang dari 5%.
2. Antena mikrostrip susun banyak (*array*) umumnya memiliki kerugian nilai “*ohmic*” yang lebih besar dibanding jenis antenna yang lainnya, hal ini dikarenakan pada konstanta dielektrik substrat dan konduktor logam saluran transmisi mikrostrip.
3. Timbulnya gelombang permukaan (*Surface Waves*)
4. *Bandwidth* yang sempit
5. Penguatan (*gain*) yang kecil
6. Daya yang rendah



Pada tabel 3.1 antenna mikrostrip banyak digunakan untuk sistem telekomunikasi modern antara lain untuk:

Tabel 3.1 Aplikasi yang digunakan oleh antenna mikrostrip

No	Sistem telekomunikasi	Frekuensi kerja
1	<i>Global Positioning Satellite (GPS)</i>	1575 MHz 1227 MHz
2	<i>Global System for Mobile Communication (GSM)</i>	890 – 915 MHz dan 935 – 960 MHz
3	<i>Wireless Local Area Network (WLAN)</i>	2.40 – 2.48 GHz dan 5 GHz
4	<i>Cellular Video</i>	28 GHz
5	<i>Direct Broadcast Satellite</i>	11.7 – 12.5 GHz



EVALUASI

1. Jelaskan prinsip kerja dari antenna yaggi !
2. Jelaskan fungsi dari bagian antenna microstrip dibawah ini :
 - a. Patch
 - b. Saluran pencatu
 - c. Ground Plane
3. Jelaskan kelebihan dan kekurangan antena mikrostrip !
4. Jelaskan perbedaan antara antenna parabolic dan antena sektoral !
5. Jelaskan manfaat dari penggunaan antena *omnidirectional* !

BAB IV

PERANCANGAN ANTENA

Untuk merancang antena diperlukan persamaan tertentu dan perangkat lunak sebagai sarana untuk dapat mensimulasikan hasil rancangan. Karakteristik antena rancangan dipengaruhi oleh frekuensi kerja dan bahan dasar yang digunakan untuk membuat/ merancang antena. Dalam bab ini akan dibahas cara merancang beberapa jenis antena yaitu antena *monopole*, *dipole*, *yaggi*, antena *helix* dan antena mikrostrip.

4.1 Perancangan Antena *Monopole* dan *Dipole*

Sebatang logam yang memiliki panjang $\frac{1}{4} \lambda$ (Lambda) akan beresonansi dengan baik bila ada gelombang radio yang menyentuh permukaannya. Jadi bila pada ujung coaxial bagian *inner* disambung dengan logam sepanjang $\frac{1}{4} \lambda$ dan *outer* nya di *ground*, ia akan menjadi antena. Antena semacam ini hanya mempunyai satu *pole*. Apabila *outer* dari *coax* tidak *ground* dan disambung dengan seutas logam sepanjang $\frac{1}{4} \lambda$ lagi menjadi antena dengan *dua pole* dan disebut *dipole* $\frac{1}{2} \lambda$ (lambda).



Gambar 4.1 Antena *Dipole* dan *Monopole*

Untuk memperoleh dimensi antena *dipole* dan *monopole* maka perlu dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai panjang gelombang antena (λ) atau sering disebut panjang elektrik. Untuk memperoleh nilai panjang gelombang dapat digunakan persamaan berikut :

$$\lambda = \frac{C}{F}$$

Dimana :

C : Kecepatan Cahaya (3×10^8 m/s)

F : Frekuensi Kerja (Hertz)

λ : Panjang Gelombang (meter)

Setelah diperoleh panjang elektrik antena, maka selanjutnya untuk memperoleh panjang fisik antena. Panjang fisik antena dipengaruhi oleh *velocity factor* (faktor potongan)

yang bergantung dari karakteristik kabel dan frekuensi kerja yang digunakan. Untuk panjang fisik antena monopole dan antena dipole dapat dilihat pada persamaan dibawah ini :

$$\text{Panjang Antena Monopole (Lm)} = \frac{1}{4} \lambda \times K$$

$$\text{Panjang Antena Dipole (Ld)} = \frac{1}{2} \lambda \times K$$

Dimana :

λ : Panjang Gelombang (meter)

K : Velocity Factor (nilai normal biasanya diambil 0,95)

Lm : Panjang Antena Monopole (meter)

Ld : Panjang Antena Dipole (meter)

Berikut adalah contoh tabel perhitungan antena dipole dan velocity factor kabel terhadap frekuensi :

Panjang Antena Dipole

Band (meter)	Frekwensi (MHz)	Panjang Gelombang diudara (meter)	Total Panjang Dipole (meter)
	f	$\lambda \text{ udara} = 300 / f$	$L = 0,95 \times 150 / f$
160	1.900	157.89	75.00
80	3.800	78.95	37.50
40	7.050	42.55	20.21
20	14.250	21.05	10.00
17	18.150	16.53	7.85
15	21.250	14.12	6.71
10	28.600	10.49	4.98
6	50.250	5.97	2.84

Gambar 4.2 Panjang Antena Dipole terhadap frekuensi

TYPE Eplus	VF	LOSS @ 10 MHz	LOSS @ 50 MHz	LOSS @ 100 MHz	LOSS @ 400 MHz	LOSS @ 700 MHz
RG-6/U PE (Belden 8215)	66.0	0.8	1.9	2.7	5.9	8.1
RG-6/U Foam (Belden 9290)	81.0	0.7	1.7	2.5	5.3	7.2
RG-8/U (PE (Belden 8237)	66.0	0.6	1.3	1.9	4.2	5.9
RG-8/U Foam (Belden 8214)	78.0	0.5	1.2	1.7	3.9	5.6
RG-8/U (Belden 9913)	84.0	0.5	1.0	1.4	3.4	5.0
RG-8X (Belden 9258)	82.0	0.9	2.1	3.1	6.6	9.1
RG-11/U Foam HDPE (Beld. 9292)	84.0	0.5	0.9	1.3	2.3	3.3
RG-58/U PE (Belden 9201)	66.0	1.1	2.5	3.8	8.4	11.7
RG-58A/U Foam (Belden 8219)	73.0	1.3	3.1	4.5	10.0	14.2
RG-59A/U PE (Belden 8241)	66.0	1.1	2.4	3.4	7.0	9.7
RG-59A/U Foam (Belden 8241F)	78.0	0.9	2.1	3.0	6.6	8.9
RG-174 PE (Belden 8216)	66.0	3.3	5.8	8.4	19	27
RG-174 Foam (Belden 7805R)	73.5		4.6		14.0 (450)	20.9 (900)
RG-213/U (Belden 8267)	66.0	0.6	1.3	1.9	4.1	6.5
LMR-240	84.0	0.8	1.7	2.5	5.0	6.6
LMR-240UF	84.0	0.9	2.1	2.9	6.0	8.0
LMR-400	85.0	0.4	0.9	1.2	2.5	3.4
LMR-400UF	85.0	0.5	1.0	1.5	3.0	4.1
Davis BuryFlex	82.0	0.5	1.1	1.5	2.9	3.8

Gambar 4.3 Daftar *Velocity Factor* Untuk Tiap Kabel Coax



Gambar 4.4 Contoh Bentuk Antena Dipole

4.2 Perancangan Antena Yagi

Sejarah Antena Yagi Uda

- Pada tahun 1926 Dr. Hidetsugu Yagi dan Dr. Shintaro Uda dari Tohoku Imperial University menemukan sebuah antena yang saat ini umum digunakan, antena ini dinamakan Yagi Uda. Tetapi biasanya lebih sering disebut antena Yagi.
- Antena Yagi Uda mudah kita jumpai di Indonesia, biasa digunakan sebagai Antena TV yang dipasang di atap rumah. Antena Yagi bekerja pada jangkauan frekuensi 30 MHz sampai 3GHz. Dengan jarak 40 sampai 60 km.

Antena Yagi digunakan untuk menerima atau mengirim sinyal radio. Antena Yagi adalah antena direksional, artinya dia hanya dapat mengambil atau menerima sinyal pada satu arah (yaitu depan). Antena Yagi biasanya memiliki

Antena Yagi Uda disusun dengan beberapa elemen atau bagian. Elemen Antena Yagi Uda terdiri dari :

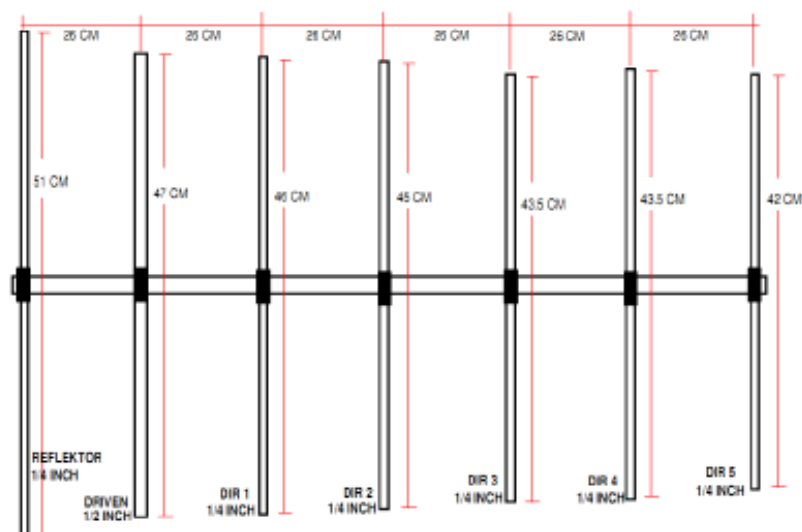
- Driven
- Reflector
- Director
- Boom

Driven adalah titik catu dari kabel antenna, biasanya panjang fisik driven adalah setengah panjang gelombang ($0,5 \lambda$) dari frekuensi radio yang dipancarkan atau diterima.

Reflektor adalah bagian belakang antenna yang berfungsi sebagai pemantul sinyal, dengan panjang fisik lebih panjang daripada driven. panjang biasanya adalah $0,55 \lambda$ (panjang gelombang).

Director adalah bagian pengarah antena, ukurannya sedikit lebih pendek daripada driven. Penambahan batang director akan menambah gain antena, namun akan membuat pola pengarah antena menjadi lebih sempit. Semakin banyak jumlah director, maka semakin sempit arahnya.

Boom adalah bagian ditempatkannya driven, reflektor, dan direktor. Boom berbentuk sebatang logam atau kayu yang panjangnya sepanjang antena itu. Antena Yagi, juga memiliki spasi (jarak) antara elemen. Jaraknya umumnya sama, yaitu $0,1 \lambda$ dari frekuensi.



Gambar 4.5 Struktur Antenna Yaggi

Panjang elemen dan spacing antar elemen dapat diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

Reflektor elemen	$153 / f$ (dalam MHz) meter.
Driven elemen	$144 / f$ (dalam MHz) meter.
Director	$137 / f$ (dalam MHz) meter.
Spacing	$36.6 / f$ (dalam MHz) meter

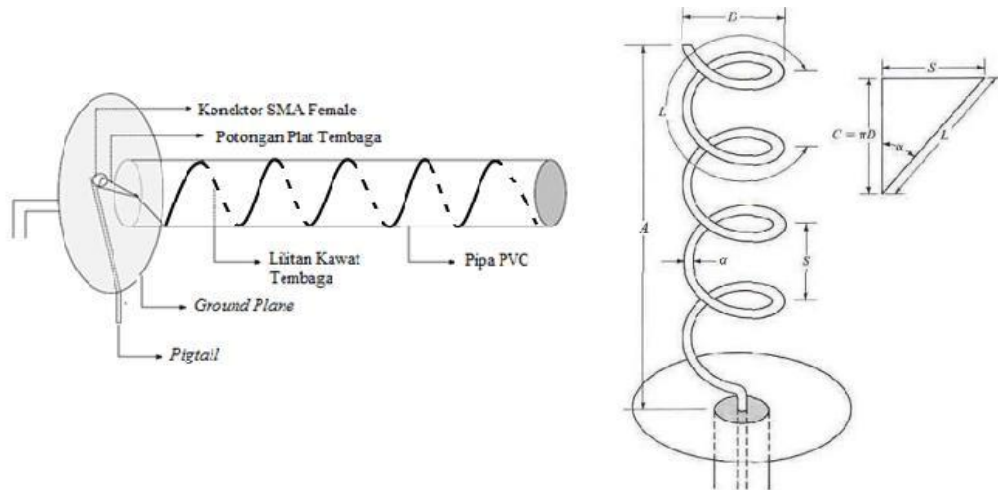
Elemen antenna Yagi di atas masih dapat ditambah lagi menjadi 4 elemen dengan menambahkan satu director akan tetapi panjang elemennya perlu diubah. Seperti telah diutarakan di atas, power gain antenna tergantung pada spacing antar elemen atau dapat dikatakan panjang boomnya. Dengan panjang boom 0.45λ antenna 4 elemen Yagi diharapkan akan memeberikan gain sebesar sekitar 9.5 dB sampaiu 10 dB dengan front to back ratio antara 15 sampai 25 dB.

Apabila kita perhatikan antara penambahan jumlah elemen dan tambahan power gainnya, maka terlihat bahwa antenna dengan 3 elemen dapat dipandang merupakan jumlah elemen yang paling optimal. Tambahan jumlah elemen berikutnya makin tidak memberikan angka yang berarti. Untuk antenna Yagi empat elemen, perhitungan panjang elemen serta spacingnya dapat menggunakan tabel sebagai berikut :

Reflektor elemen	$153 / f$ (dalam MHz) meter.
Driven elemen	$144 / f$ (dalam MHz) meter.
Director 1	$137 / f$ (dalam MHz) meter.
Director 2	$135 / f$ (dalam MHz) meter.
Spacing	$36.6 / f$ (dalam MHz) meter

4.3 Perancangan Antena Helix

Antena Helix adalah suatu antena yang terdiri dari *conducting wire* yang dililitkan pada media penyangga berbentuk helix. Antena Helix merupakan antena yang mempunyai bentuk tiga dimensi. Bentuk dari antena Helix menyerupai pegas dengan diameter lilitan serta jarak antar lilitan berukuran tertentu. Bentuk dari antena Helix :



Gambar 4.6 Struktur Antenna Helix

Pada antena Helix menggunakan kawat tembaga yang dililitkan pada pipa PVC *Female* serta pigtail yang nantinya menjadi penghubung dari antena ke *handphone* dan modem. Dapat dilihat pada gambar 4.6 dimensi D = diameter dari Helix, C = *circumference* (keliling) dari Helix = πD , α = sudut jepit (*pitch angle*) = $\arctan S / \pi D$, S = jarak antar lilitan, L = panjang dari 1 lilitan, n = jumlah lilitan, A = *axial length* = nS , d = diameter konduktor *helix*.

Diameter dan keliling (*circumference*) digunakan sebagai parameter dalam menentukan frekuensi kerja dari *helix*. Axial Length dan pitch angle menentukan gain dari Helix.

Untuk mencari diameter antena *helix* dapat menggunakan persamaan berikut[9] :

$$D = \frac{\lambda}{\pi}$$

Sementara untuk menghitung *circumference* dapat menggunakan persamaan berikut[9]:

$$C = \pi \times D$$

Circumference dari antena *helix* bernilai kurang lebih satu kali panjang gelombang pada frekuensi kerjanya ($0,75\lambda < C < 1,3\lambda$) atau nilai optimum adalah 1. Sementara sudut jepit (*pitch*

angel), α yang optimal adalah antara $120 \leq \alpha \leq 140$. Jarak antar lilitan dicari dengan menggunakan rumus :

$$S = 0,25 C$$

Untuk mencari panjang dari antenna *helix* dapat menggunakan persamaan berikut :

$$A = n \times S$$

Makin panjang axial length maka makin besar pula gain dari antenna Helix. Relasi ini dapat dilihat dari persamaan berikut :

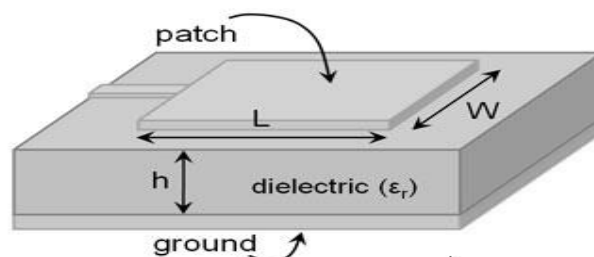
$$G = 11,8 + 10 \log \{ (c/\lambda)^2 \cdot n \cdot s/\lambda \} \text{ dB}$$

Antena Helix biasanya dipasang pada sebuah ground plane seperti pada gambar 1. Ground plane dapat berbentuk apa saja, tetapi biasanya berbentuk segi empat atau lingkaran yang datar dengan ukuran diameter atau sisi minimal $3/4$. Penggunaan *ground plane* ini bertujuan agar *back lobe* dari antenna *helix* dapat diminimalisasi.

4.4 Perancangan Antenna Mikrostrip

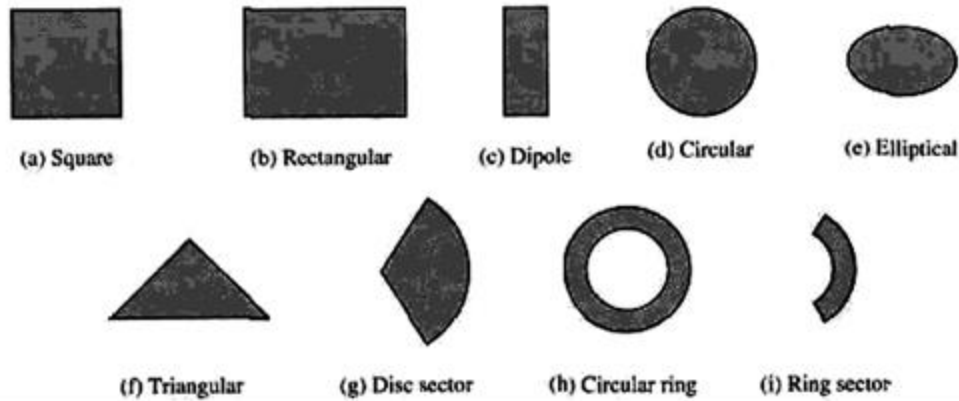
Antena mikrostrip memiliki bentuk dan ukuran yang ringkas sehingga dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi yang membutuhkan spesifikasi antena yang berdimensi kecil sehingga dapat mudah dibawa dan dapat diintegrasikan dengan rangkaian elektronik lainnya (seperti IC, rangkaian aktif, dan rangkaian pasif). Antena ini dapat diaplikasikan pada berbagai kegunaan seperti komunikasi satelit, komunikasi radar, militer, dan aplikasi bergerak (mobile).

Antena mikrostrip mempunyai 4 bagian dasar, yaitu elemen peradiasi (patch), substrat dielectric, saluran transmisi, dan bidang pentanahan (ground plane).



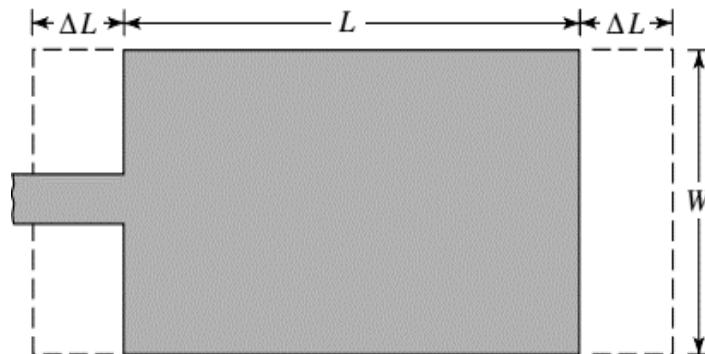
Gambar 4.7 Struktur Antenna Mikrostrip

Elemen peradiasi berfungsi untuk meradiasikan gelombang listrik dan magnet. Elemen ini biasa disebut sebagai radiator patch dan terbentuk lapisan logam yang memiliki ketebalan tertentu. Jenis logam yang biasa digunakan adalah tembaga (*copper*) dengan konduktifitas $5,8 \times 10^7 \text{ S/m}$. Ada berbagai macam bentuk elemen peradiasi yang diantaranya adalah bentuk persegi, persegi panjang, garis tipis (*dipole*), lingkaran, elips, segitiga



Gambar 4.8 Bentuk Elemen Peradiasi

Ada berbagai macam patch. Salah satu bentuk patch adalah segiempat. Bentuk ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan bentuk segitiga karena dalam segi perancangannya lebih mudah dan bentuknya lebih sederhana dibanding dengan bentuk *patch* segitiga. Selain itu dalam perhitungan perancangannya, prosesnya lebih mudah dan dapat disimulasikan dengan menggunakan bantuan software.



Gambar 4.9 Antena Mikrostrip Patch Kotak

Untuk mencari dimensi antena microstrip (W dan L), harus diketahui terlebih dahulu parameter bahan yang digunakan yaitu tebal dielektrik (h), konstanta dielektrik (ϵ_r), tebal konduktor (t) dan rugi – rugi bahan (*loss tangen*). Panjang antena mikrostrip harus disesuaikan, karena apabila terlalu pendek maka bandwidth akan sempit sedangkan apabila terlalu panjang bandwidth akan menjadi lebih lebar tetapi efisiensi radiasi akan menjadi kecil. Dengan mengatur lebar dari antena mikrostrip (W) impedansi input juga akan berubah.

Persamaan matematis yang digunakan untuk menghitung dimensi dari antena mikrostrip adalah sebagai berikut :

- 1) Menghitung lebar *patch* (Width) :

$$W = \frac{c}{2 \cdot f \cdot \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}}$$

- 2) Panjang *patch* efektif (L_{eff}) :

$$L_{eff} = \frac{c}{2 \cdot f \cdot \sqrt{\epsilon_{reff}}}$$

- 3) Panjang *patch* (Length) :

$$L = L_{eff} - 2\Delta L$$

- 4) Panjang tambahan *patch* (ΔL) :

$$\Delta L = 0,412 \cdot h \cdot \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)}$$

- 5) Konstanta dielektrik efektif (ϵ_{reff}) :

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

- 6) Panjang *ground plane* (L_g) :

$$L_g = 6 \cdot h + L$$

- 7) Lebar *ground plane* (W_g) :

$$W_g = 6 \cdot h + W$$

- 8) Menghitung lebar saluran mikrostrip

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

- 9) Nilai B

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

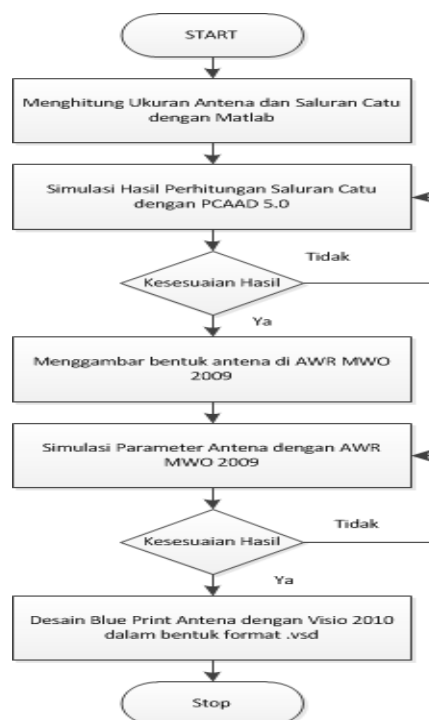
EVALUASI

1. Rancanglah antenna *dipole* dan *monopole* yang menggunakan bahan RG 58/U dengan nilai $VF = 0.66$ untuk frekuensi kerja dibawah ini :
 - a. 400 MHz
 - b. 700 MHz
 - c. 900 MHz
2. Rancanglah antenna yaggi yang bekerja pada frekuensi kerja 586 MHz dengan jumlah elemen :
 - a. 4 elemen
 - b. 5 elemen
 - c. 6 elemen
3. Hitunglah nilai parameter dan dimensi dari antenna helix yang dirancang pada frekuensi kerja 2.4 GHz dan tentukan jumlah lilitan (n) yang diperlukan jika gain yang ditargetkan adalah 12 dB !
4. Hitunglah nilai W dan L pada antenna mikrostrip yang dirancang untuk bekerja pada frekuensi 3.5 GHz menggunakan jenis substrat FR-4 dengan konstanta dielektrik 4.3 , $\tan \delta = 0.0265$ dan ketebalan 1.6 mm. Gunakan persamaan dalam materi ini untuk menyelesaikannya !

TOPIK 5

SIMULASI DAN DISAIN ANTENA MIKROSTRIP MENGGUNAKAN *EM SIMULATION*

Dalam melakukan perancangan dan simulasi antenna mikrostrip diperlukan beberapa perangkat lunak yaitu Matlab, PCAAD dan *AWR Microwave Office 2009*. Perhitungan dimensi antenna dapat dilakukan dengan bantuan matlab lalu di simulasikan di PCAAD dan selanjutnya baru dirancang dan di simulasikan di AWR MWO 2009. Adapun diagram alir perancangan antenna dapat dilihat pada gambar dibawah ini



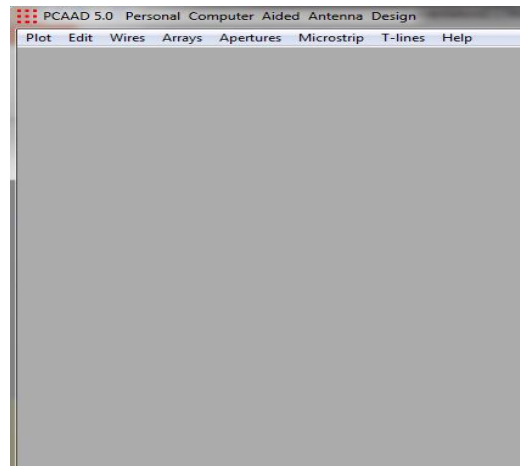
Gambar 5.1 Diagram Alir Perancangan Antena Mikrostrip

5.1 Perancangan Menggunakan PCAAD

Penggunaan PCCAD adalah sebagai berikut :

1. Simulasi hasil perhitungan ukuran antenna mikrostrip baik secara manual ataupun menggunakan MATLAB
2. Simulasi hasil perhitungan panjang saluran catu baik secara manual ataupun menggunakan MATLAB
3. Untuk simulasi bentuk patch hanya bisa untuk bentuk persegi panjang dan lingkaran (untuk segitiga tidak bisa)
4. Hasil simulasi dari PCAAD digunakan untuk digambar di AWR MWO 2009

Menu pada PCAAD



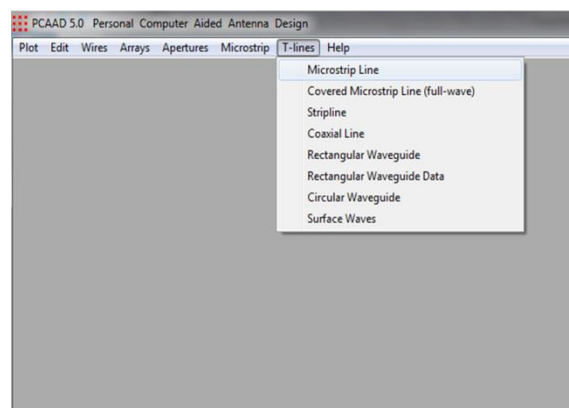
Gambar 5.2 Tampilan Awal PCAAD

Fungsi menu pada PCAAD :

- *Plot*, berfungsi untuk menampilkan plot dari pola radiasi, VSWR, RL pada antenna
- *Wire*, berfungsi untuk merancang antenna sejenis *yaggi*, *Loop*, dan *Dipole Antena*
- *Array*, berfungsi untuk melakukan perancangan antenna mikrostrip yang di *array* baik *linear array* maupun *uniform array*.
- *Apperture*, berfungsi untuk merancang bentuk sudut penerimaan dan keterarahan pada antenna
- *Microstrip*, berfungsi untuk melakukan perancangan antenna mikrostrip baik yang menggunakan pencatu langsung ataupun tidak langsung
- *T-Lines*, berfungsi untuk melakukan perancangan panjang saluran catu pada antenna mikrostrip sesuai dengan nilai impedansi antenna

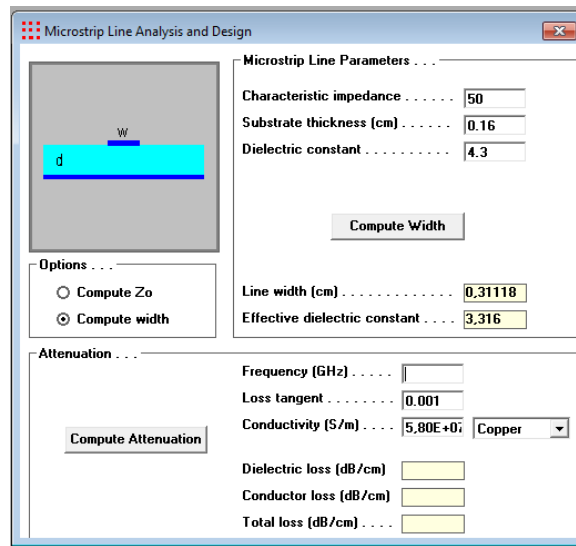
Tahapan Perancangan Lebar Saluran Catu :

- Masuk ke menu *T-Line*
- Pilih *Microstrip Line*



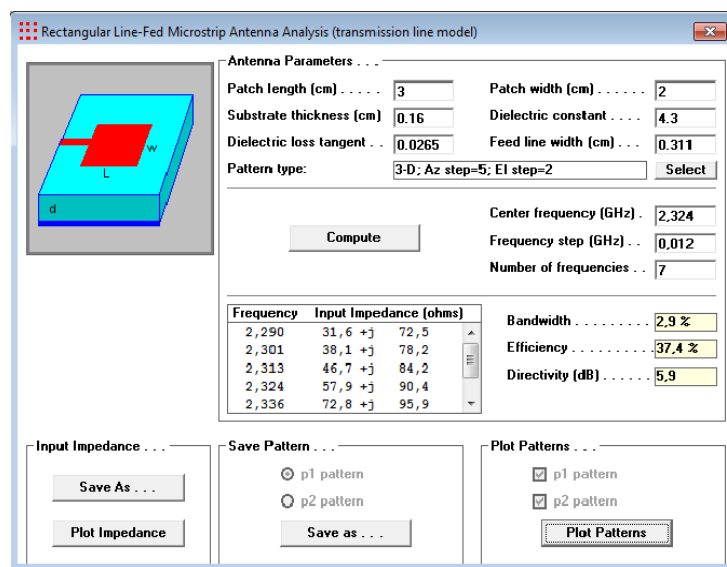
Gambar 5.3 T Lines dan Microstrip Line

- Simulasi kan saluran catu untuk impedansi 50 Ohm



Gambar 5.4 Simulasi Pencatu 50 Ohm

- Simulasi *patch* antenna dengan nilai W dan L yang sudah di dapatkan dari hasil perhitungan manual .
- Isi *Substrat Thickness*, *Dielectric*, *Loss Tangent* dan Konstanta Dielektrik sesuai dengan spesifikasi substrat yang digunakan
- Untuk nilai *Feed Line Width* diperoleh dari hasil perhitungan manual yang sudah disimulasikan di PCAAD 5.0
- Setelah semua diinput maka klik *Simulate*, dan periksa apakah frekuensi kerja yang muncul sudah sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 5.5 Simulasi *Patch Rectangular* dengan PCAAD

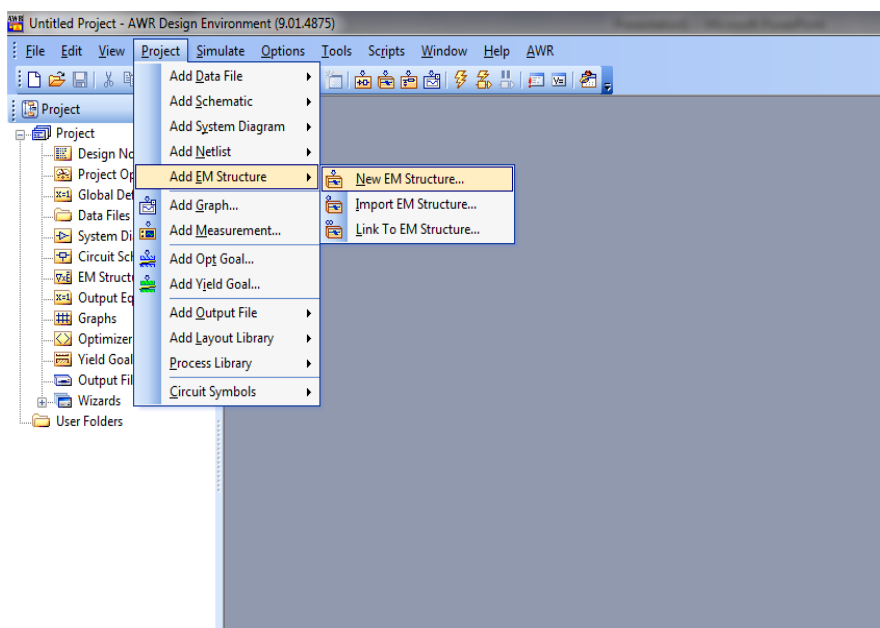
5.2 Perancangan Menggunakan AWR



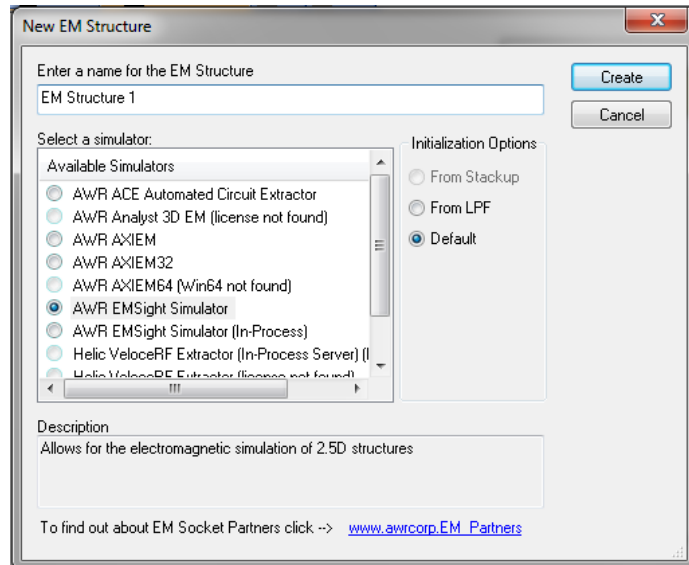
Gambar 5.6 Tampilan Awal AWR MWO 2009

Software ini digunakan untuk melakukan perancangan dan simulasi pada pembuatan mikrostrip antenna. AWR MWO juga dapat digunakan untuk simulasi beberapa parameter Antena seperti *Return Loss*, *VSWR*, *Pola Radiasi*, *Gain* dan *Beamwidth*. Adapun tahapan Penggunaan AWR MWO untuk proses perancangan adalah sebagai berikut :

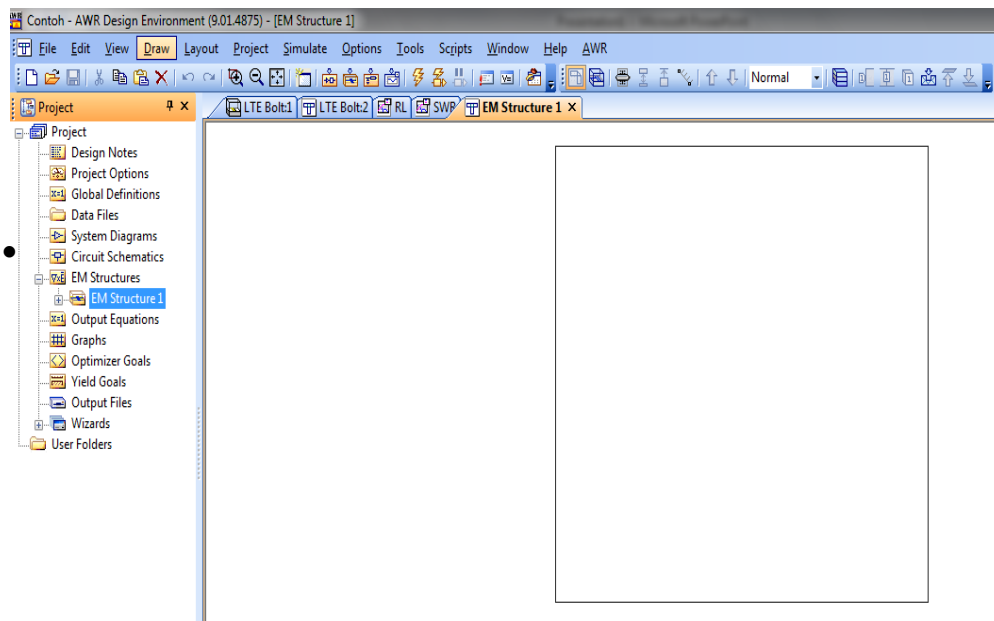
- Pilih *project*
- *Add New EM Strutcure*
- Pilih *EM Sight Simulator*
- *Enter*
- Lalu akan muncul *EM Strutcure* yang dipilih



Gambar 4.7 Menu *EM Structure* pada AWR



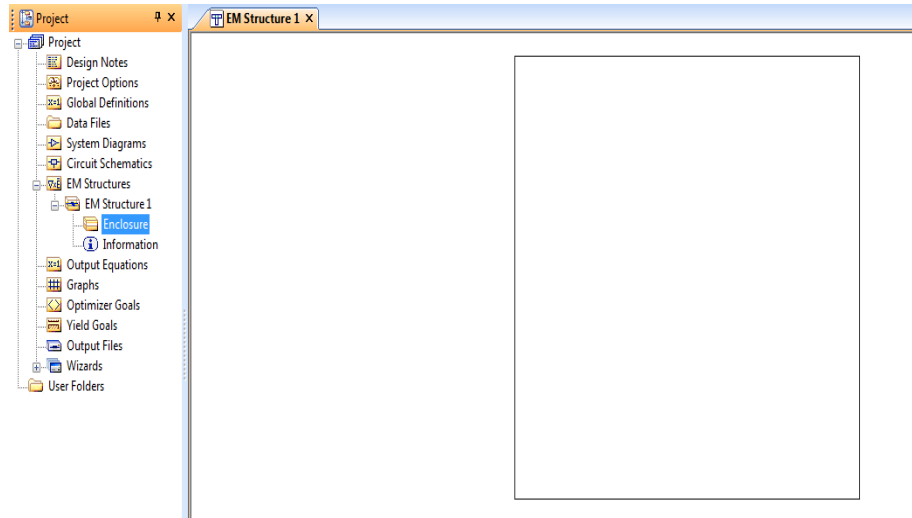
Gambar 5.8 Pembuatan *EM Structure* Pada AWR



Gambar 5.9 Tampilan *EM Structure* yang sudah dibuat

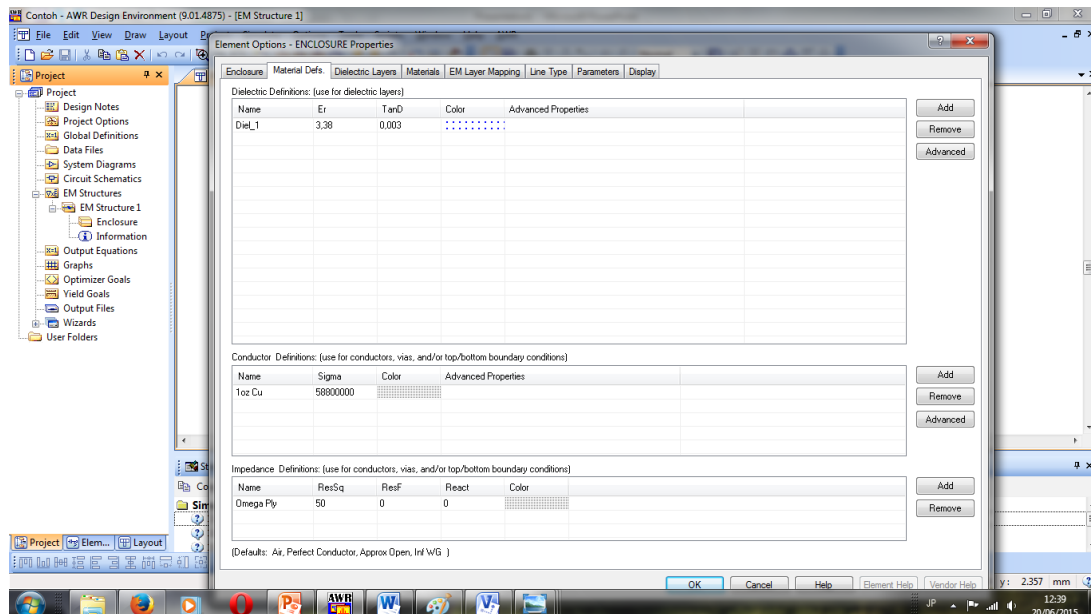
- Sebelum merancang kita harus mengisi spesifikasi substrat yang kita gunakan untuk perancangan antena mikrostrip
- Adapun spesifikasi yang diinput adalah :
 - Konstanta Dielektrik (ϵ_r)
 - Loss Tangen ($\tan \delta$)
 - Ketebalan Substrat (h)

- Panjang dan Lebar Penampang PCB (X untuk panjang dan Y untuk lebar)
- Pengaturan Struktur Substrat (Bagian *Top* dan *Bottom Layer*)



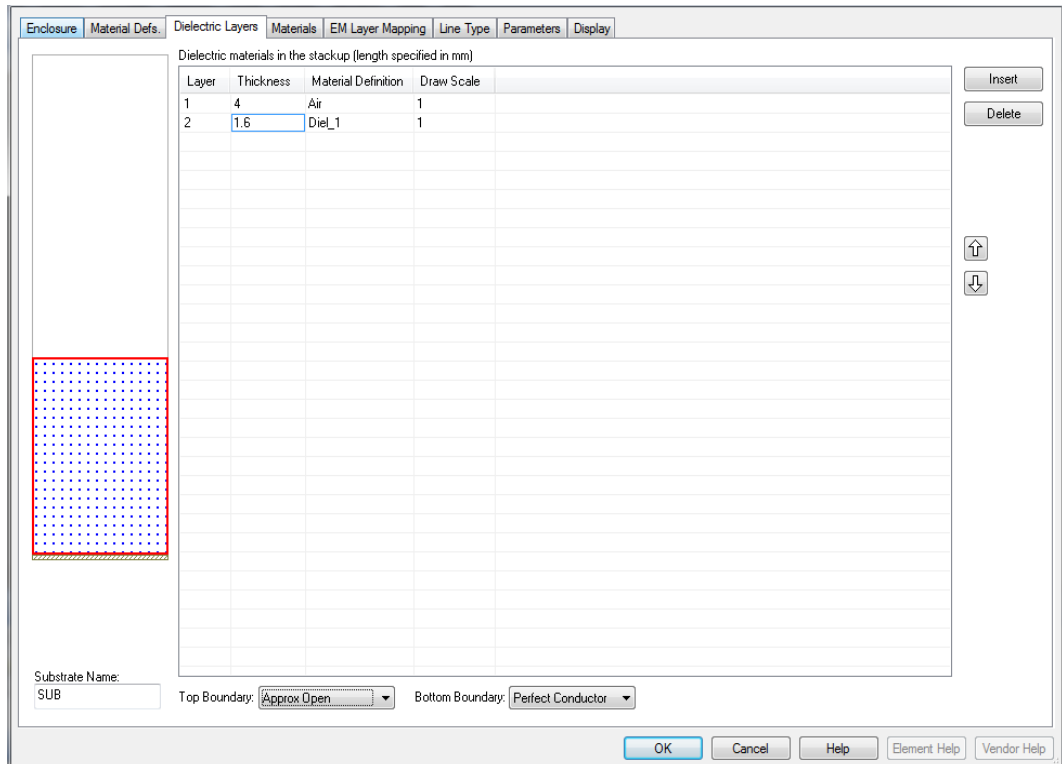
Gambar 5.10 Proses Pengisian Nilai Spesifikasi Substrat

- Pilih *Enclosure*
- Lalu pilih *Materi Defs*
- Isi Nilai *Er* dan *TanD* sesuai dengan substrat yang digunakan



Gambar 5.11 Pengisian Nilai Er

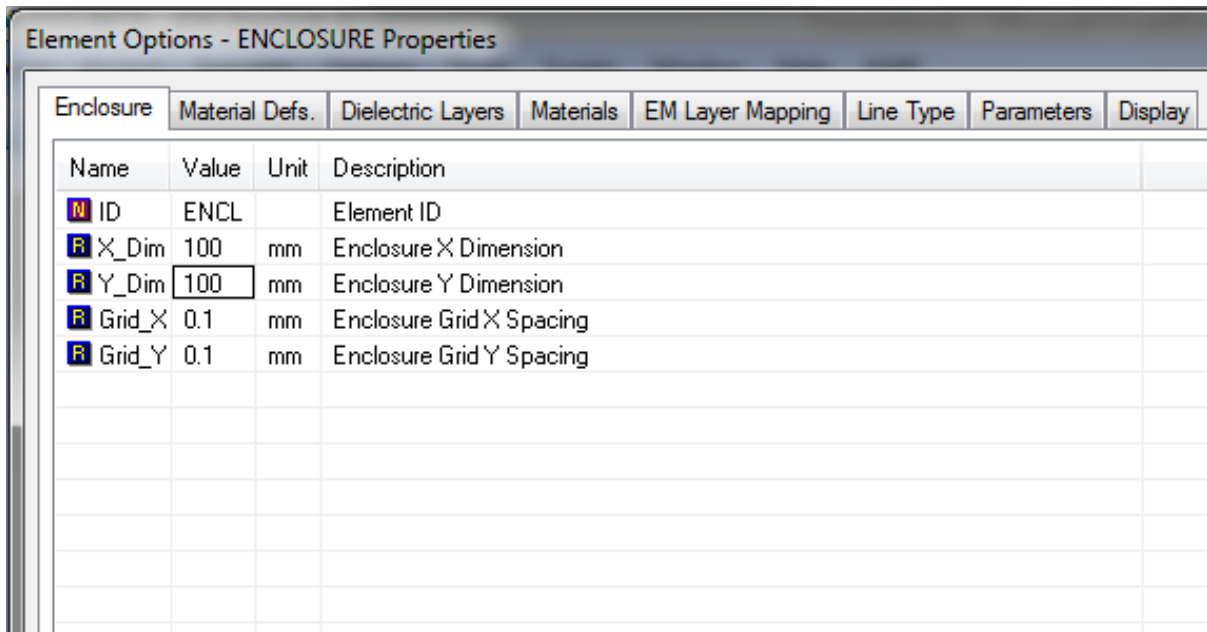
- Isi ketebalan substrat pada *diel_1* sesuai dengan spesifikasi substrat yang dimiliki (untuk ketebalan air / udara jangan dirubah)
- Atur *top boundary* pada *approx open* dan *bottom boundary* pada posisi *perfect conductor*



Gambar 4.12 Pengisian Nilai Ketebalan Substrat

Untuk merubah dimensi dari *enclosure* substrat dapat dilakukan tahapan berikut

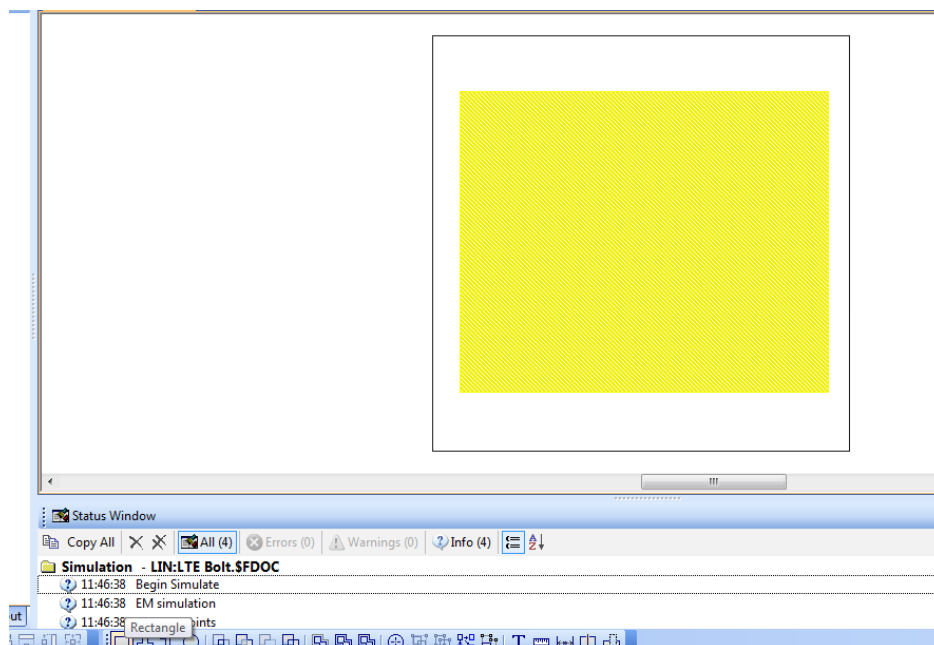
- X Dim adalah ukuran panjang dari Penampang
- Y Dim adalah ukuran lebar dari Penampang
- Grid X dan Y merupakan jarak antar titik pada penampang antenna



Gambar 5.13 Pengisian Nilai Enclosure

Setelah semua pengisian selesai maka tahapan selanjutnya adalah menggambar antenna yang akan dirancang

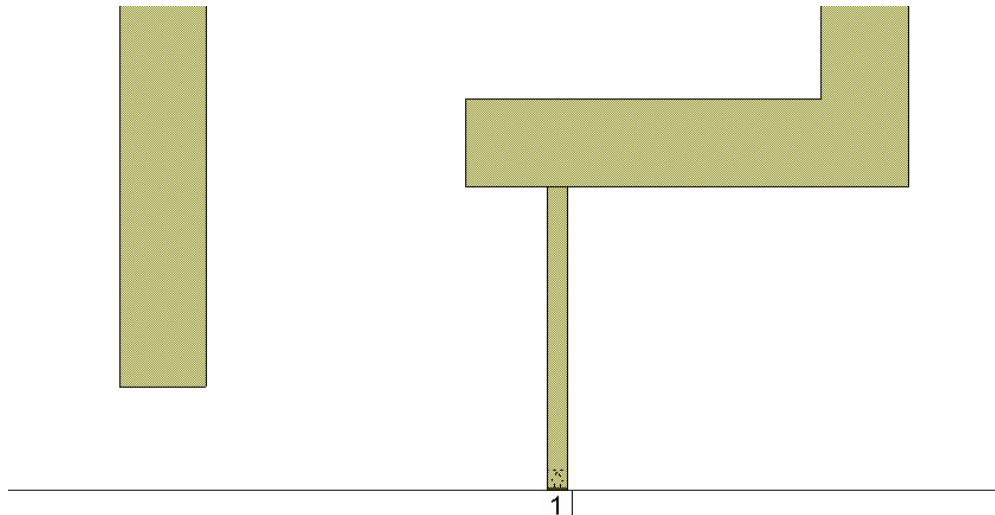
- Pilih *Rectangle*
- Lalu gambar patch antenna mikrostrip



Gambar 5.14 Proses Menggambar Patch Antenna

- Menggambar saluran catu juga sama seperti dengan menggambar patch antenna mikrostrip

- Pastikan saluran catu harus menempel dengan patch dan pinggir penampang PCB antenna
- Gunakan *snap to to grid* untuk memastikan bahwa saluran catu menempel dengan baik



Gambar 5.15 Proses Menggambar Saluran Catu

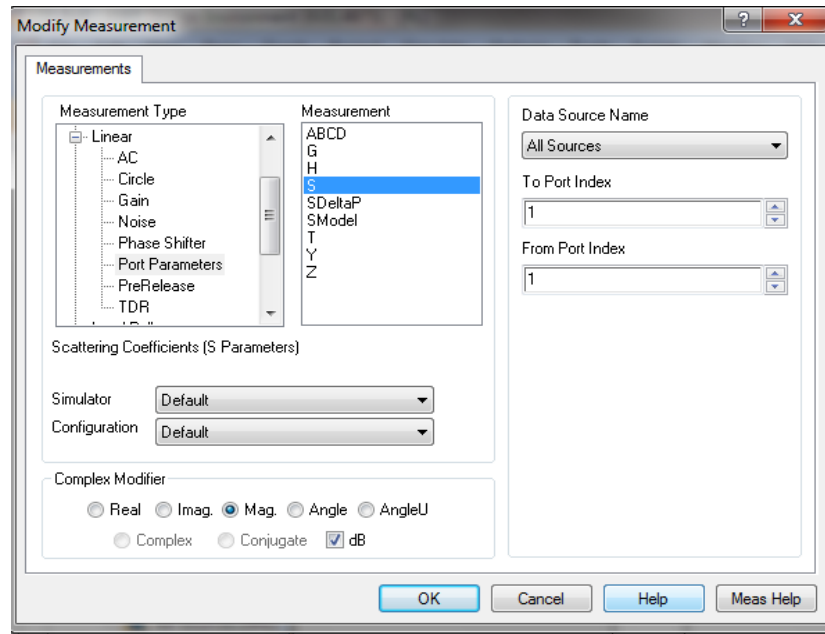
5.3 Simulasi Antena Hasil Rancangan

Pada software AWR MWO dapat disimulasikan beberapa parameter pada antenna mikrostrip antara lain :

1. VSWR
2. *Return Loss*
3. *Gain*
4. *Axial Ratio*
5. Pola Radiasi

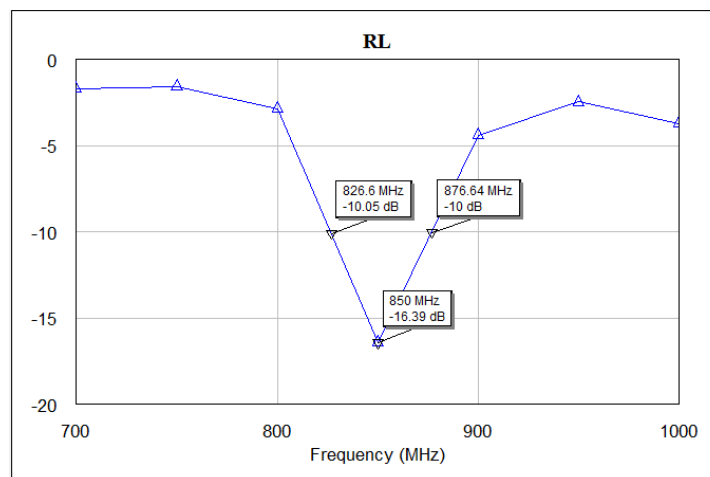
Untuk mensimulasikan parameter antenna tersebut perlu dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut :

- Simulasi *Return Loss*
 - Klik *Add New Graph*
 - Pilih *Rectangular Graph*
 - Beri Nama *Return Loss*
 - Lalu Pilih *Measurement*
 - Ambil *Linear --- Port Parameters ----S Parameter*



Gambar 5.16 Tahapan Simulasi Return Loss

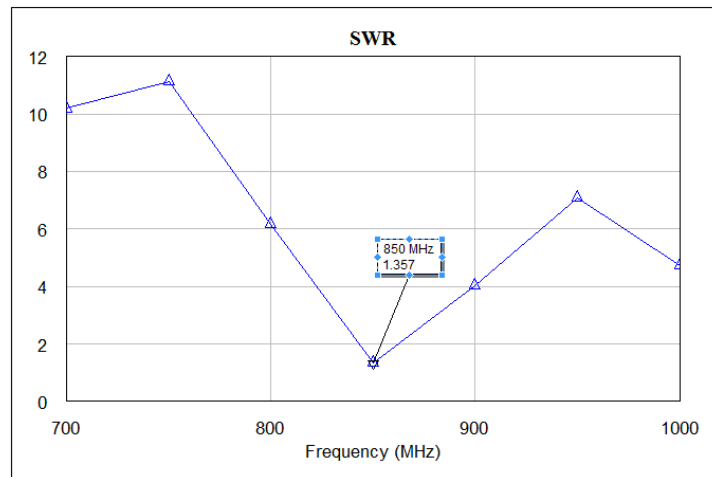
- Pastikan semua rancangan OK
- Simulasi dengan menekan tombol *ANALYZE*
- Pastikan Frekuensi Sudah di Setting di *Project Option*, lalu masukkan nilai frekuensi start, frekuensi stop dan step frequency.
- Jika semua sudah di set silahkan melakukan simulasi



Gambar 5.17 Hasil Simulasi Return Loss

- Simulasi VSWR
 - Klik *Add New Graph*
 - Pilih *Rectangular Graph*
 - Beri Nama VSWR
 - Lalu Pilih *Measurement*
 - Ambil *Linear ---VSWR*

- Pastikan semua rancangan OK
- Simulasi dengan menekan tombol *ANALYZE*
- Pastikan Frekuensi Sudah di Setting di *Project Option*, lalu masukkan nilai frekuensi *start*, *stop* dan *step frequency*.
- Jika semua sudah di set silahkan melakukan simulasi



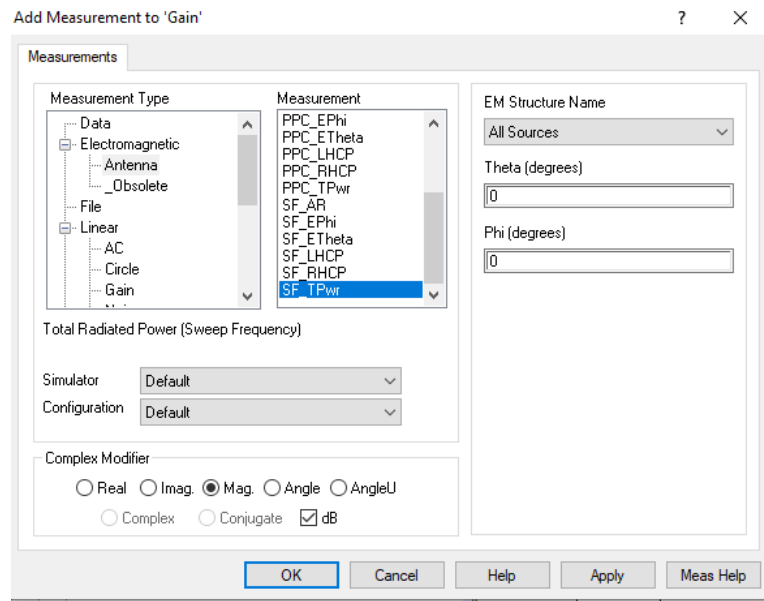
Gambar 5.18 Hasil Simulasi VSWR

Komponen *Far Field* (medan jauh) yang dapat diamati pada AWR MWO adalah Gain, Pola Radiasi dan Polarisasi dari antenna rancangan. Untuk mengamati parameter tersebut diperlukan pengaturan dan proses simulasi dengan mengatur nilai rentangan frekuensi dan pemilihan jenis *measurement* yang tersedia di AWR MWO. Untuk nilai gain dari antenna diamati level penguatan antenna terhadap perubahan frekuensi kerja nya (*sweep frequency*). Untuk parameter pola radiasi diamati pola pancar antenna terhadap perubahan sudut dari 0 – 360 derajat. Untuk parameter polarisasi memiliki kriteria sebagai berikut :

- Polarisasi Linear jika *Axial Ratio* ≥ 3 dB pada frekuensi kerja antenna
- Polarisasi Melingkar jika *Axial Ratio* ≤ 3 dB pada frekuensi kerja antenna

Pada AWR MWO kita bisa melakukan simulasi gain dengan tahapan berikut ini :

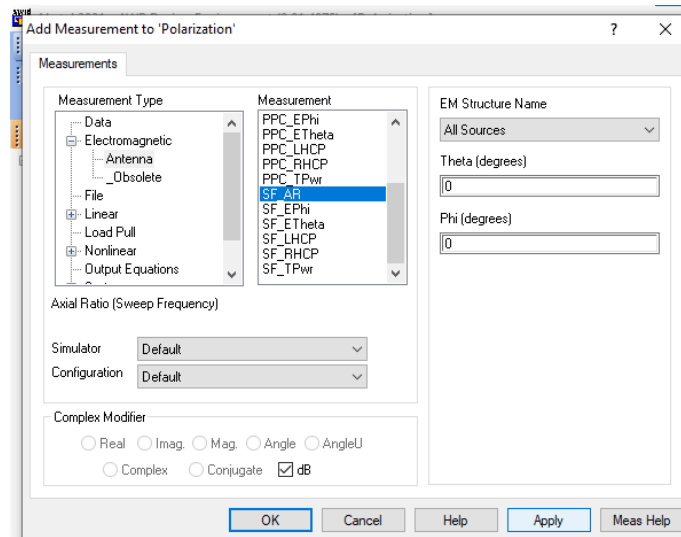
1. Pilih New Graph → Rectangular
2. Add Measurement → Electromagnetic → Antenna → SFTPwr
3. Atur Theta dan Phi degree 0 derajat
4. Pilih satuan dalam dB
5. Klik Ok
6. Analyze



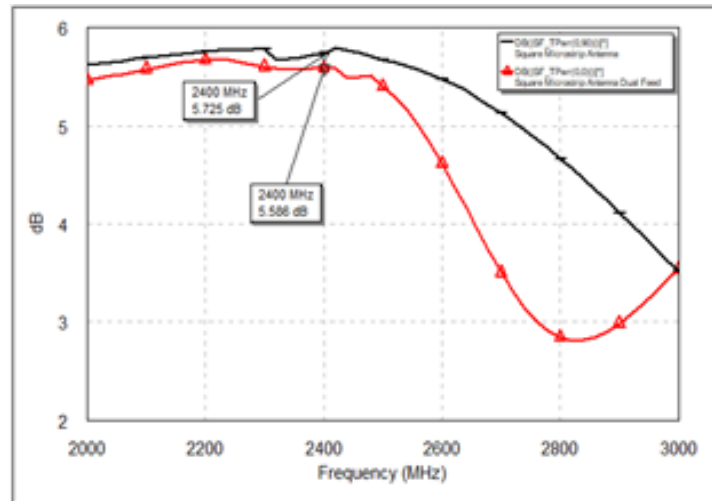
Gambar 5.19 Pengaturan Simulasi Gain

Pada AWR MWO kita bisa melakukan simulasi polarisasi dengan tahapan berikut ini :

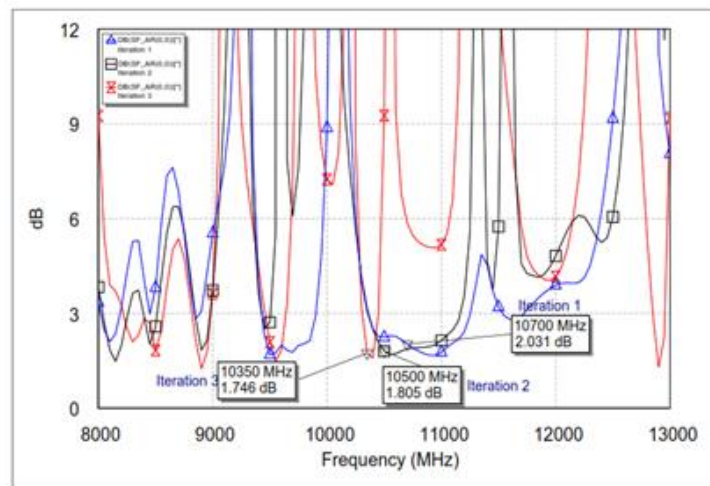
1. Pilih *New Graph* → *Rectangular*
2. *Add Measurement* → *Electromagnetic* → *Antenna* → *SFAR*
3. Atur Theta dan Phi degree 0 derajat
4. Pilih satuan dalam dB
5. Klik *Ok*
6. Klik *Analyze*



Gambar 5.19 Pengaturan Simulasi Axial Ratio



Gambar 5.19 Contoh Simulasi Gain



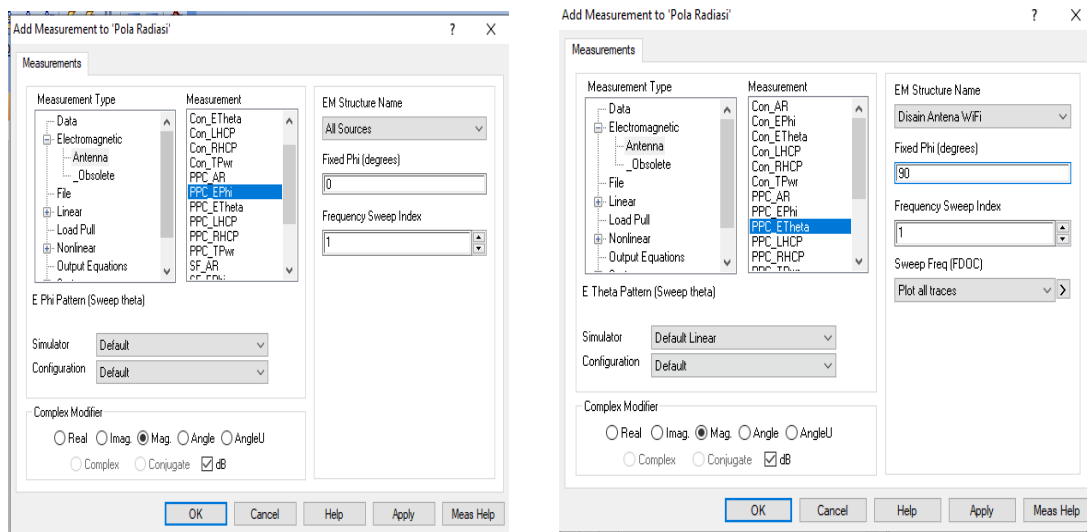
Gambar 5.19 Contoh Simulasi Axial Ratio

Gambar 5.18 menunjukkan bahwa antenna memiliki gain sebesar 5.8 dB pada frekuensi pengamatan yaitu 2.4 GHz dan Gambar 5.19 menunjukkan bahwa antenna memiliki polarisasi melingkar dikarenakan menghasilkan Axial ratio dibawah 3 dB pada frekuensi 10.5 GHz.

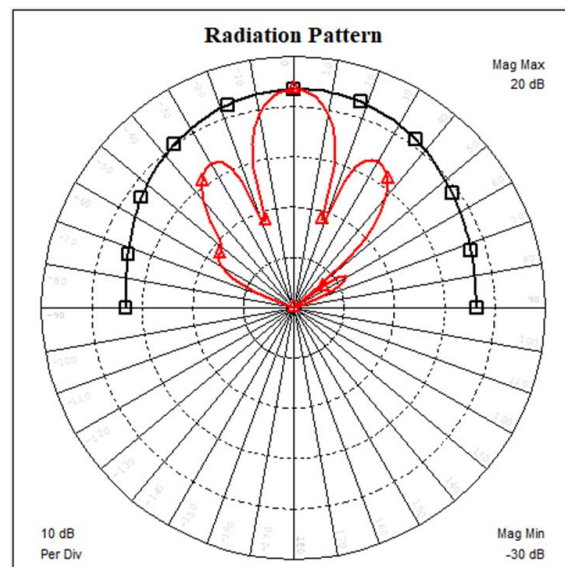
Pola radiasi terdiri dari dua Bidang : Bidang E (Elektrik) dan Bidang H (Magnetik). Kedua bidang Tersebut dapat diamati dengan mengatur sudut theta dan phi Pada AWR MWO kita bisa melakukan simulasi gain dengan tahapan berikut ini :

1. Pilih New Graph → Antenna Plot
2. Add Measurement → Electromagnetic → Antenna → PPEtheta dan PPC Ephi
3. Atur Theta 0 Derajat (Bidang E) dan Phi degree 90 derajat (Bidang H)
4. Pilih satuan dalam dB
5. Klik Ok

6. Analyze



Gambar 5.19 Pengaturan Simulasi Pola Radiasi



Gambar 5.20 Hasil Simulasi Pola Radiasi

Gambar 5.20 disamping menunjukkan pola radiasi antenna pada Bidang E dan Bidang H. Bidang E ditandai dengan Warna Merah dan Bidang H dengan Warna Hitam

EVALUASI

1. Rancanglah antenna mikrostrip bentuk rectangular dengan menggunakan jenis substrat FR-4 yang memiliki spesifikasi sebagai berikut

- Konstanta Dielektrik : 4.3
- Ketebalan : 1.6 mm
- Loss Tan : 0,0265

Antena dirancang untuk bekerja pada frekuensi 5 GHz dengan menggunakan pencatu saluran mikrostrip 50 Ohm !

2. Simulasikan disain antenna dengan menggunakan perangkat AWR MWO 2009, parameter yang diamati adalah :
 - a. Return Loss
 - b. VSWR
 - c. Gain
 - d. Pola Radiasi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wifi.id. <http://wifi.id/home/>. diakses tanggal 26 mei 2019 pukul 15:00 WIB.
- [2] Yuswardi, Willy. 2009. *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Dengan Metamaterial CLRH Pada Frekuensi 3.3 – 3.4 GHz (Skripsi)*. Depok: Universitas Indonesia.
- [3] Surjati, Indra. 2010. *Antena Mikrostrip : Konsep dan Aplikasinya*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- [4] Khraisat, S.H, Yahya. 2012. *Design of 4 Elements Rectangular Microstrip Patch Antenna With High Gain for 2.4 GHz Applications*. Jurnal Modern Applied Science, Vol. 6, No. 1, pp. 68-74.
- [5] Pradipta, D. Widyanto, Eko Setijadi dan Gamantyo Hendrantoro. 2012. *Desain Antena Array Mikrostrip Tappered Peripheral Slits Pada Frekuensi 2.4 GHz Untuk Satelit Nano*. Jurnal Teknik ITS, Vol.1, No.1, pp. 19 – 24.
- [6] Balanis, A. Constantine. 2005. *Antenna Theory Analysis and Design 3rd Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Volakis, L. John. 2007. *Antenna Engineering Handbook 4th Edition*. Ohio: The McGraw-Hill Companies.
- [8] Jansen, Steve. 2010. *Mikrostrip Patch Antenna (Work Project)*. Arizona: Northern Arizona University.
- [9] Balanis, A. Constantine. 2008. *Modern Antenna Handbook*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- [10] Harahap, P. Haditya, dan Ali Hanafiah Rambe. 2014. *Analisis Pengaruh Ukuran Gound Plane Terhadap Kinerja Antena Mikrostrip Patch Segiempat Pada Frekuensi 2.45 GHz*. Jurnal Singuda Ensikom, Vol.8, No.2, pp. 104-109.
- [11] Rusli. 2013. *Desain Antena Mikrostrip Untuk Aplikasi Ground Penetrating Radar (GPR) (Thesis)*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- [12] Elsadek, Hala. 2010. *Mikrostrip Antennas for Mobile Wireless Communication Systems.*, in Salma Ait Fares and Fumiyuki Adachi (Ed.), *Mobile and Wireless Communications Network Layer and Circuit Level Design ISBN:978-953-307-042-1*, Intech, pp.163-189.
- [13] Khan, Anzar, and Rajesh Nema. 2012. *Analysis of Five Different Dielectric Substrates on Mikrostrip Patch Antenna*. International Journal of Computer Applications, Vol.55, No.18, pp. 6-12.



- [14] Wong, K.L. 2002. *Compact and Broadband Microstrip Antennas*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [15] Notis, T. Dimitris, Phaedra C. Liakou and Dimitris P. Chrissoulidis. 2004. *Dual Polarized Microstrip Patch Antenna, Reduced in Size by Use of Peripheral Slits*. Microwave Conference 34th European Vol.1, Amsterdam, Netherland.
- [16] Mardiyah, Nur. 2011. *Membangun Jaringan Wireless LAN Pada Kantor Kelurahan Bintaro (Skripsi)*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- [17] S. Suang, and Biju Issac. 2014. *Analysis of WiFi and WiMAX and Wireless Network Coexistence*. International Journal of Computer Networks & Communications. Vol.6, No.6, pp. 63-78.